



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

SARA SILVA DE OLIVEIRA

**A DINÂMICA DE TRANSIÇÃO EM UM SISTEMA SOCIOTÉCNICO
CAPITALISTA: ALGUMAS APROXIMAÇÕES METODOLÓGICAS À
INTRODUÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO NO SETOR AUTOMOTIVO**

SALVADOR
2010

SARA SILVA DE OLIVEIRA

**A DINÂMICA DE TRANSIÇÃO EM UM SISTEMA SOCIOTÉCNICO
CAPITALISTA: ALGUMAS APROXIMAÇÕES METODOLÓGICAS À
INTRODUÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO NO SETOR AUTOMOTIVO**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado no curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Ihering Guedes Alcoforado de Carvalho

**SALVADOR
2010**

SARA SILVA DE OLIVEIRA

A DINÂMICA DE TRANSIÇÃO EM UM SISTEMA SOCIOTÉCNICO CAPITALISTA:
ALGUMAS APROXIMAÇÕES METODOLÓGICAS À INTRODUÇÃO DO VEÍCULO
ELÉTRICO NO SETOR AUTOMOTIVO.

Aprovada em 17 de dezembro de 2010.

Orientador: _____

Prof. Ihering Guedes Alcoforado de Carvalho
Faculdade de Economia da UFBA

Hamilton Ferreira de Moura Junior
Prof. Dr. da Faculdade de Economia da UFBA

Henrique Tomé da Costa Mata
Prof. Dr. da Faculdade de Economia da UFBA

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a Deus, aquele em que sempre me apoiei nas dificuldades e nas alegrias. Aos meus pais, Benivalda e Silvio Pedro por todo apoio incondicional e carinho comigo, além de terem me ensinado a ser paciente, especialmente nos momentos difíceis durante o período acadêmico. E aos meus familiares, em especial minhas avós Nides e Raimunda, por terem acreditado em mim.

Agradeço também ao meu amor, Elton Almeida, por me apoiar nos meus momentos de “stress”. Além de minha queridíssima sogra Florípedes Almeida, por me receber em sua casa na fase final de conclusão desse trabalho, além das centenas impressões feitas referentes ao meu “quadro referencial”.

Agradeço profundamente ao meu orientador, Ihering Guedes, por ter me aceitado como sua orientanda, por ter me desafiado ao meu limite, e por ter me ensinado que sou e sempre fui capaz de ser além do que um aluno busca em seu ambiente acadêmico, ou seja, “que o céu é o limite”.

Gostaria de agradecer a todos meus amigos que me ajudaram a ser uma pessoa melhor, inclusive minha melhor amiga da faculdade Ludiara Borba, aquela que mais me ouviu nos momentos de insegurança e incertezas sobre meu futuro acadêmico.

Por fim, mas não menos especial, gostaria de agradecer a Solange e Richard Nelson, além de Ingrid Matos por terem acreditado tanto em meu potencial que sempre quando me sinto insegura, me recordo de suas palavras incentivadoras.

O modo como representamos o espaço e o tempo na teoria importa, visto afetar a maneira como nós e os outros interpretamos e depois agimos com relação ao mundo.

David Harvey

RESUMO

O presente trabalho procura estudar o processo em que se dinamiza o sistema capitalista, a partir da ótica do sistema sociotécnico, que foca na participação dos agentes sociais interligados aos artefatos tecnológicos em sua produção, difusão e consumo, além da perspectiva multinível que ilustra a estrutura hierárquica que inclui o nicho tecnológico, o regime e o panorama sociotécnico. Assim, a partir dessa perspectiva, pretende-se compreender quais são os condicionantes que fundamentam o sistema sociotécnico, além das transformações decorrentes de impactos que fragilizam o sistema dominante. Como estudo de caso selecionado, o setor automotivo terá como escopo de análise o processo de transformação em seu mercado competitivo que, a partir de pressões sociais e externas, aderem novas requisições da demanda, de organizações e das instituições. Portanto, o setor automotivo engloba em seu processo de oferta de artefatos, os veículo elétricos, que como resposta aos grupos sociais que sofreram mutações em seus valores e cultura, incluíram a percepção sobre a 'teia da vida' nas relações sociais.

Palavras-chave: Sistema capitalista. Sistema sociotécnico. Setor automotivo. Veículos elétricos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Agentes sociais no sistema sociotécnico	11
Figura 2 –	Economia das Instituições	15
Quadro 1–	Análise comparativa entre a Economia das Instituições de Oliver Williamson e as Regras Coordenadoras das Instituições de Frank Geels	18
Figura 3 –	Meta-coordenação através do regime sociotécnico	19
Figura 4 –	A hierarquia dos múltiplos níveis	37
Figura 5 –	Transformando o caminho	39
Figura 6 –	Desalinhamento e realinhamento	46
Figura 7 –	O sistema sociotécnico do setor automotivo	47
Figura 8 –	Reconfiguração de uma trajetória	51
Figura 9 –	Substituição da trajetória tecnológica	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	O SISTEMA SOCIOTÉCNICO	10
2.1	A CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA SOCIOTÉCNICO	11
2.2	A DINAMICIDADE NO SISTEMA SOCIOTÉCNICO	13
2.2.1	O ambiente institucional pela ótica da Nova Economia Institucional	14
2.2.2	A interação dinâmica entre sistemas, regras e agentes sociais	19
2.3	A CONECTIVIDADE ENTRE O SISTEMA SOCIOTÉCNICO E OS MUNDOS DE POSSIBILIDADES	21
2.3.1	A “Teia da Vida”	23
3	A ESTABILIDADE E A MUDANÇA DO SISTEMA SOCIOTÉCNICO	25
3.1	OS CONDICIONANTES QUE ESTABILIZAM O SISTEMA	25
3.1.1	Paradigma e trajetória do processo de inovação tecnológica	26
3.1.2	A estabilidade institucional	28
3.2	CONDICIONANTES PARA A TRANSFORMAÇÃO DO SISTEMA SOCIOTÉCNICO	31
3.2.1	Transformações no ambiente institucional a partir das contribuições de Douglass North	32
3.2.2	Perspectiva multinível no sistema das inovações	33
3.2.2.1	A emergência da inovação tecnológica fomentada nos nichos	34
3.2.2.2	O regime	35
3.2.2.3	O panorama sociotécnico	36
3.2.2.4	A consolidação da perspectiva multinível	37
3.2.3	A capacidade adaptativa e transformadora no sistema sociotécnico	38
4	O SETOR AUTOMOTIVO SOBRE A NOVA ÓTICA DOS MUNDOS DE POSSIBILIDADES NO SISTEMA SOCIOTÉCNICO	42
4.1	EXPERIMENTAÇÃO E CO-EXISTÊNCIA DE MÚLTIPLOS NICHOS (1890-1929)	44
4.2	O REGIME DOMINANTE (1930-1989)	47
4.3	IMPACTOS AMBIENTAIS E TRANSFORMAÇÃO DOS AGENTES SOCIAIS	48
4.4	A NOVA ÓTICA NO SETOR AUTOMOTIVO: a inclusão dos veículos elétricos	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

As formas econômicas, compostas por organizações, instituições, consumidores ou pelo conjunto de firmas, devem ser classificados como interlocutores valiosos que antecipam outro resultado da economia moderna e da teoria organizacional. A recombinação e interpenetração de diferentes formas de organizações econômicas provocam uma percepção na relação dinâmica entre os elementos sociais, políticos e tecnológicos (SABEL; ZEITLIN, 2002).

Os novos desenvolvimentos tecnológicos e as alterações do meio ambiente têm, em paralelo com os novos instrumentos de política, estimulado o frequente debate dos “Mundos de Possibilidades” nos mais diversos setores da economia contemporânea, a exemplo do setor automotivo. Esse setor possui grande importância na formação e integração social devido à sua estrutura proporcionando, assim, mobilidade, acessibilidade e desenvolvimento econômico-social.

O veículo não é apenas um “artefato”, pois representa um sistema tecnológico no qual também estão inseridos os elaboradores das inovações automotivas, a indústria automotiva, as instituições formais (o governo), as companhias de petróleo, as rodovias, os consumidores, dentre outros elementos (SCHOT et al., 1994). Assim, quando percebida pela ótica sociotécnica, é constatado que muitos agentes estão envolvidos com o setor, tornando o estudo desse sistema cada vez mais complexo. Por isso, uma análise do setor automotivo envolto no sistema sociotécnico se faz necessária para que a compreensão seja mais ampla e completa.

Portanto, o trabalho consta de uma parte conceitual e outra aplicada. Na parte conceitual apresenta-se os recursos analíticos da abordagem sociotécnica, ressaltando os “mundos de possibilidades” em latência nos momentos de mudança tecnológica e institucional, em geral, e no setor automotivo. Essa análise é fundamental para compreender não só as opções de trajetórias assumidas pelo setor, mas principalmente as que poderão ser postas como alternativas aos *policymakers*. Na parte aplicada mostra-se como essa análise nos permite entender o ambiente sócio-automotivo de forma a desvelar os “mundos de possibilidades” em três momentos: 1890-1929, no qual predominavam os nichos tecnológicos, 1930-1989 em que

prevaleceu o regime dominante, e nos dias atuais, período efervescente nas transformações do sistema.

Assim, o objetivo do trabalho é contribuir na construção de uma intervenção de forma a criar condições de possibilidades para o avanço de uma nova trajetória, que contemple as novas demandas ambientais no sistema em questão. Essas demandas serão fundadas na emergente responsabilidade ambiental que induz a construção de novos “instrumentos” automotivos que se configurem a partir dos “artefatos” associados aos motores elétricos e híbridos, ou seja, uma alternativa tecnológica compatível com as referidas demandas pela qualidade ambiental.

Portanto, além dessa introdução, o trabalho será dividido em mais três partes e uma conclusão. Na segunda parte será feita a constituição do sistema sociotécnico com a inclusão da análise do comportamento dos agentes sociais, além da dinamicidade do sistema capitalista, que comprime o tempo/espaço e é capaz de reconfigurar os mundos de possibilidades oferecidos ao mercado, ressaltando o papel dos artefatos tecnológicos e focando no novo paradigma que inclui as variáveis ambientais. Na terceira parte serão estudados os condicionantes que dificultam e facilitam as transformações no sistema sociotécnico.

Por fim, na quarta parte, será visualizado o “Mundo de Possibilidades” do sistema sócio-automotivo, a partir do enfoque em diferentes recortes temporais para o entendimento sobre como o sistema sociotécnico se aplica ao estudo de caso, a partir de dois artefatos: o sistema sociotécnico do automóvel com motor à combustão e do sistema sociotécnico do automóvel elétrico, ressaltando o estágio na qual essa relação se encontra dentro do ambiente atual.

2 O SISTEMA SOCIOTÉCNICO

O atual sistema em que vivemos desvela a contínua evolução da complexidade na interatividade das relações sociais, a partir da influência cultural, social, econômica, institucional e ambiental. Sendo assim, ao aprofundarmos nos estudos sobre o comportamento social perante aos impactos e estímulos das variáveis citadas acima, amplia-se então o escopo de análise. Associada a essa concepção, têm-se a tecnologia que se relaciona reciprocamente com os agentes humanos, ou seja, não só influencia como também é influenciada pelo comportamento humano, considerando que a sobreposição dessa influência depende do espaço e das variáveis que circundam o sistema no qual a tecnologia se inclui (FREEMAN, 1991; GEELS, 2002).

O sistema sociotécnico é um modelo teórico que abrange as particularidades dos diversos elementos que compõem a dinâmica nas relações sociais, incorporando a tecnologia em seu escopo de análise. Para tanto, essa abordagem baseia-se nas teorias sobre ‘sistemas de inovação’, sendo essas definidas como grandes transformações no preenchimento das funções sociais que participam da dinâmica, como no setor de transporte e as contínuas evoluções desse sistema (ELZEN; GEELS; GREEN, 2004).

Assim, necessita-se um aprofundamento dessa nova ótica para melhor entender a complexidade das funções sociais que se entrelaçam e edificam as redes de relacionamento. Logo, inicia-se o estudo na maneira em que o sistema se constitui para, posteriormente, entender a dinâmica das conexões entre os agentes sociais, incluindo o papel das instituições relacionadas aos comportamentos da demanda, da oferta e suas ramificações. Por fim, essa primeira parte conclui-se com a ampliação dessa abordagem a partir da inclusão das relações de poder e de novas necessidades da atualidade, baseando-se nos trabalhos de David Harvey.

2.1 A CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA SOCIOTÉCNICO

O sistema sociotécnico se constitui na unificação dos diversos elementos que participam no desenvolvimento, distribuição e uso dos artefatos tecnológicos. Essa nova abordagem não considera apenas um grupo em particular, como as firmas, o consumo, ou a inovação tecnológica que, normalmente são analisados separadamente. Ao contrário, busca agregar todos os elementos em um único campo de estudo, ampliando o foco de análise a todos os agentes que dependam direta ou indiretamente dos artefatos tecnológicos (GEELS, 2002).

Portanto, essa perspectiva retrata o estudo dos agentes presentes no seu sistema como uma ‘configuração que funciona’, ou seja, uma rede no qual os elementos preenchem as funções sociais (GEELS, 2002; RIP; KEMP, 1998). Dentre os principais agentes, incluem-se as instituições (formais e informais), consumidores, empresários, centros de pesquisas, e as redes de suporte como insumos e infraestrutura, vistos na Figura 1.



Figura 1: Agentes sociais no sistema sociotécnico
 Fonte: Elaboração própria, adaptado de GEELS, 2004

Inicialmente, percebe-se pela Figura 1 que, apesar de existirem outros elementos que também compõem o sistema, a maneira em que os artefatos são desenvolvidos, distribuídos e consumidos é determinante para a dinâmica das economias atuais no mundo, direta ou indiretamente. Assim, a manipulação dos artefatos tecnológicos afeta não só o comportamento dos agentes, como também o espaço e o tempo em que vivemos, e essa tecnologia materializada nos artefatos tecnológicos significa a amplificação de sua essência a termos institucionais – políticos, econômicos e sociais, além das ambientais (BERKHOUT; SMITH; STIRLING; 2003).

Os artefatos tecnológicos, por se infiltrarem em todas as camadas das relações sociais, tendenciam-se a serem rígidos em detrimento de transformações no sistema, sendo decorrente das diversas influências existentes. Por essa rigidez, o processo de mutação ou transformação em novos artefatos pode ser minado, resultando normalmente na sensação de estabilidade nas relações sociais com maior durabilidade e mantendo por mais tempo grupos dominantes que controlem o sistema (GEELS, 2004, p. 904).

Entretanto, essa relação complexa entre os elementos e o artefato tecnológico é paradoxal. Apesar da forte rigidez devido e seus condicionantes, o sistema também tem uma fragilidade inerente, devido aos impactos externos e internos nem sempre harmoniosos que o artefato tecnológico, em consequência das decisões dos principais grupos de interesse, pode causar. Conseqüentemente, os agentes e os artefatos se interrelacionam a partir do vínculo que resulta na coesão. Essa adesão ao se tornar mais dependente, normalmente dificulta a emergência de novas tecnologias e idéias que podem melhorar ainda mais o desempenho do sistema (GEELS, 2004; KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

Assim, caracterizada pela trajetória e paradigma tecnológicos¹, essa sensação de estabilidade pode permanecer por anos ou décadas, dependendo do grau de dependência, rotina determinada e da capacidade das novas tecnologias se infiltrarem e se estabelecerem no sistema sociotécnico. Entretanto, considerando a complexidade na adesão de tecnologias em detrimento de outras, tecnologias descartadas em um período no qual a dinâmica direciona a

¹ Sendo estes de caráter excludente, pois podem restringir o desenvolvimento de novas tecnologias, a partir do momento em que aqueles que participam do momento de decisão, acabam por utilizar métodos subjetivos sobre artefatos atualmente disseminados no sistema e aqueles que poderiam ser inseridos à produção e consumo.

trajetória tecnológica para outro artefato podem ressurgir como solucionadoras dos problemas provocadas pelas tecnologias atuais (DOSI, 1982; FREEMAN, 1991; KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

Freeman (1979) contribui com a afirmativa feita acima a partir da seguinte declaração:

O fascínio da inovação e da invenção reside no fato de que tanto o mercado e as fronteiras da tecnologia e da ciência estão mudando continuamente. Isso cria uma sucessão caleidoscópica de novas possibilidades e combinações. Uma inesperada reviravolta de eventos pode restaurar algumas das antigas especulações esquecidas. (FREEMAN, 1979, p. 211 tradução nossa).

A Figura 1 mostra também que, apesar da relativa autonomia entre os grupos, a coordenação ainda predomina nas relações em cada grupo. Para tanto, compartilham conhecimento, normas, percepções, além de regras que estimulam ou restringem o comportamento dos agentes. Por conseguinte, a modelagem do sistema pelas instituições é fundamental para que a dinâmica deste possua um mínimo de coesão, reduzindo o ambiente de incerteza e também os custos de transações. Portanto, estudaremos a dinâmica no sistema sociotécnico, ressaltando o papel das instituições na evolução das relações sociais.

2.2 A DINAMICIDADE NO SISTEMA SOCIOTÉCNICO

A dinâmica explicitada no sistema sociotécnico é fundamentada pelas redes que se conectam e que são interdependentes, apesar de possuírem características particulares. Já os agentes sociais são incorporados pelos grupos que seguem certas determinações como as regras e responsabilidades, delimitadas pelas instituições formais além das percepções, funções e rotinas que envolvem a produção, a difusão e o uso do artefato (GEELS, 2004, p. 900-901).

Como as instituições são fortemente presentes na dinâmica social, inicialmente nos aprofundaremos na principal corrente teórica que estuda a presença destas na sociedade. Consequentemente, a partir de sua intercalação com a teoria sobre ‘coordenação das regras’

desenvolvida por Frank Geels, o papel das instituições no contexto sociotécnico poderá ser mais bem qualificado.

2.2.1 O ambiente institucional pela ótica da Nova Economia Institucional

O estudo sobre o ambiente institucional ressalta as particularidades comportamentais, dadas as “regras do jogo” determinadas pelos agentes que formulam, influenciam e são influenciados pelas ações sociais. A Nova Economia Institucional, representada pelos trabalhos de Ronald Coase, Oliver Williamson e Douglass North, evidencia o papel das instituições através da perspectiva institucional em como coordenar e dinamizar o sistema além de minimizar as externalidades.

Ronald Coase revolucionou essa corrente teórica. Seu principal escopo de análise foi direcionado para o grau de eficiência na capacidade das instituições em solucionar danos causados por terceiros, a partir da perspectiva econômica de custo social e custo privado. Para tanto, Coase (1960) trabalhou na tese de que na ausência de custos de transação, o mercado pode alocar suas necessidades entre indivíduos que sofrem e que causam prejuízos reciprocamente.

Entretanto, caso haja custos de transação, o Estado pode ser requerido a sanar problemas sobre as externalidades, a partir de regras e regulamentos estabelecidos, definindo métodos processuais sobre o uso do artefato e no cumprimento das leis. Entretanto, o autor defende que nem sempre a ação do Estado é eficiente. Ao focar na relação entre custo social e custo privado, complementa que na resolução do problema requerido, o Estado também arca com custos de transação. Portanto, afirma que além de custos financeiros a serem alocados no problema, acrescenta o caráter falível em que o Estado pode apresentar por sofrer pressões políticas, e na própria formulação das normas que nem sempre buscam a eficiência econômica (COASE, 1960, p. 424).

Williamson (1998; 2000; 2005), objetivando em aprofundar seus estudos na perspectiva apresentada por Ronald Coase, uniu concepções da Nova Economia Institucional com outras

teorias para qualificar a teoria das firmas a partir de uma estrutura de governança. Entretanto, inicia seu estudo no framework institucional a partir da conexão das relações sociais com outros elementos que atuam no sistema de forma recíproca. Assim, ele expande seu conceito englobando elementos estudados por Douglass North (1992; 1996). Para tanto, considera quatro níveis na análise social, como mostra a Figura 2.

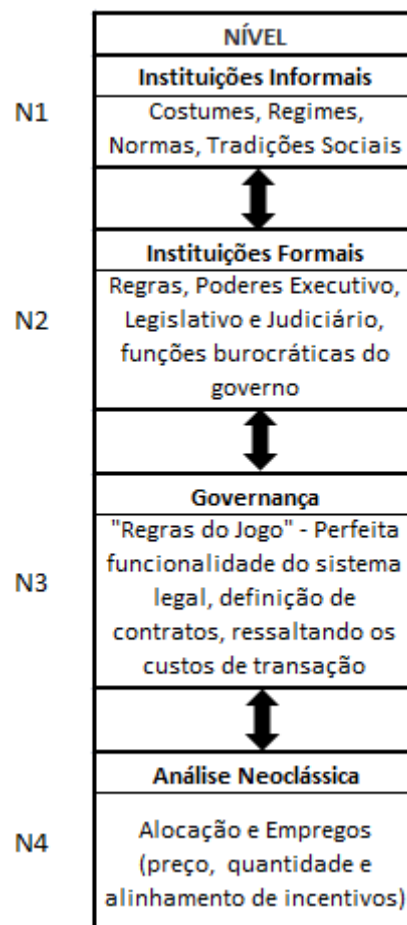


Figura 2: Economia das Instituições
Fonte: WILLIAMSON, 2000

O Nível 1, formado pelas instituições informais, constitui-se de costumes, regimes, normas, tradições sociais, com incorporações cognitivas, sociais, estruturais e políticas, que se modificam lentamente em centenas de anos, mas afetam e influenciam os outros agentes econômicos em suas ações. Assim, as instituições informais proporcionam a percepção para a realização de uma decisão política ou econômica em um ambiente de incerteza. O Nível 2, é referente ao

ambiente institucional e mais conhecido pelas instituições formais como regras (constituições, leis, direitos de propriedade), inclui os poderes executivo, legislativo e judiciário e funções burocráticas do governo, em geral determinando o meio no qual as instituições informais agirão (NORTH, 1996; WILLIAMSON, 2000).

Já o Nível 3 engloba as instituições de governança, onde se busca a perfeita funcionalidade do sistema legal através da definição de contratos legais, a mitigação de conflitos e a busca pelos ganhos mútuos durante as transações, evidenciando o custo de transação. Assim, a necessidade pela 'ordem privada' varia de acordo com o jogo estabelecido pelo governo (WILLIAMSON, 2000; 2005).

Por fim, o Nível 4 é onde a estrutura neoclássica funciona, considerando os ajustes de preços e quantidades, alocação de fatores dentre outros. Essa relação entre os níveis possui um caráter evolucionário no qual o Nível 1 restringe o Nível 2 e assim sucessivamente considerando que cada um desses níveis recebem *feedback* do nível anterior.

North (1990; 1994; 1995), respaldado por Williamson (2000), classifica as instituições em formais e informais, assim como evidencia os mecanismos que garantam a eficácia na fiscalização do cumprimento dessas duas normas. Assim como as instituições, as organizações também desempenham o mesmo papel. Entretanto, quando o custo de transação surge como consequência da dinâmica institucional, conclui-se que esse custo não é resultado apenas da falta de controle das instituições sobre o sistema, mas através das relações entre as instituições e organizações como consequência dessa dinamização (NORTH, 1990, p. 4; NORTH, 1994, p. 13).

Portanto, se as instituições formulam as regras do jogo, as organizações são as jogadoras. As organizações são classificadas pelo corpo político (partidos, agências reguladoras), pelo corpo econômico (firmas, tratados, cooperativas que agem em prol da maximização do lucro) pelo corpo social (igrejas, clubes) e pelo corpo educacional (universidades). Essas organizações são grupos de indivíduos em busca do alcance de seus objetivos. A modelagem dessas organizações é referida como a análise da estrutura de governança, habilidades e como o processo do *learning by doing* determinará o sucesso destas com o passar do tempo.

Juntamente com a tecnologia empregada, as organizações determinam os custos de transação e da transformação (produção) que compensam o custo total (NORTH, 1990, p. 5-6; 1993; 1994, p. 13-14).

Ao considerar o papel das instituições no sistema sociotécnico, por reconhecer sua complexidade conceitual analisada por diversos autores, Geels (2004) especifica sua denominação como “regras” para simplificação, mas ressaltando que as regras são similares às instituições. Assim, para o autor, as instituições que coordenam e estruturam as atividades, possuem três tipos de coordenação: as cognitivas, as normativas e as regras reguladoras.

As regras cognitivas constituem as crenças, paradigmas tecnológicos onde os símbolos (palavras, conceito mitos, sinais) influenciam na modelação dos significados que atribuímos às atividades e objetos. Sobre as regras cognitivas, “economistas evolucionários e sociólogos das tecnologias têm evidenciado as rotinas cognitivas, pesquisas heurísticas, exemplares, paradigmas tecnológicos e frames tecnológicos de engenheiros em firmas e comunidades técnicas” (GEELS, 2004, p. 904, tradução nossa), como os estudos de Dosi (1982).

As regras normativas são representadas pelos valores, normas, deveres, direitos e moralidade, além dos sistemas de autoridade e códigos de conduta. Assim, afirma que o sistema normativo significa que, a partir da inclusão do agente na sociedade, este deve seguir normas sociais procedentes da moralidade. As regras reguladoras são aquelas que representam à formalidade das leis, regras, normas, sistemas de governança, sistemas de poder, regulações governamentais, no qual estruturam o processo econômico. Portanto, “a dimensão reguladora explicita as regras formais que restringem comportamentos e regulam interações, por exemplo, regulações governamentais que estruturam o processo econômico” (GEELS, 2004, p. 904 tradução nossa).

Assim, com base nas exposições de Geels (2004) e Williamson (2000) sobre como as instituições operam suas formas atuantes na sociedade, podemos realizar uma abordagem comparativa, em torno das regras reguladoras, integrando suas idéias para melhor compreensão das regras normativas e cognitivas, como visto no Quadro 1.

		Williamson (2000)		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
Geels (2004)	Regras Cognitivas	Costumes, regimes, crenças paradigmas tecnológicos, religião, cultura.	-	-
	Regras Normativas	Moralidade, valores, normas (Direito Informal).	Responsabilidade - direitos e deveres (Direito Formal)	-
	Regras Reguladoras	Normas	Leis governamentais, regras, sistemas de poder.	Regulações governamentais e sistemas de governança

Quadro 1 - Análise comparativa entre a Economia das Instituições de Oliver Williamson e as Regras Coordenadoras das Instituições de Frank Geels.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de GEELS, 2004 e WILLIAMSON, 2000

Através de uma visualização do quadro de Williamson (2000), excluído do quarto nível dada sua irrelevância da análise em tela e focado inicialmente no Nível 1, pode-se perceber que as instituições informais possuem uma relação direta com as regras cognitivas e normativas e reguladoras proposto por Geels (2004), devido a uma similaridade entre os conceitos. Essa mesma relação pode ser vista entre o Nível 2 da Figura 2 com as regras normativas e reguladoras de Geels (2004), e das regras reguladoras com o Nível 3 que engloba os aspectos de governança.

Cabe ressaltar que as regras normativas proposta por Geels (2004) têm um duplo sentido entre o direito formal e o informal, sendo que o segundo preza a moralidade, valores e normas, sendo estes presentes no Nível 1 de Williamson, e características do direito formal como direitos e deveres, classificados no Nível 2. Essa situação também pode ser vista com as regras reguladoras que, segundo Geels (2004), também englobam as normas presentes no Nível 1 e as regras e leis características da burocracia do governo presentes no Nível 2 de Williamson (2000). Percebe-se que todos esses elementos que coordenam a as instituições e fundamentam a relação com a sociedade e com a formação tecnológica estão conectados.

Evidencia-se também que tanto os níveis institucionais como a maneira em que os mesmos estão classificados, possuem correlação entre si.

2.2.2 A interação dinâmica entre sistemas, regras e agentes sociais

A interação entre os agentes, sistemas e instituições, mostram que estas não são autônomas, ou seja, precisam da interação com os outros elementos que compõem os grupos sociais, para estruturarem e coordenarem o sistema. Para tanto, através das regras, agem conjuntamente nos ‘sistemas de regras’. Apesar da possibilidade na autonomia de uma regra ou regime, dificilmente são independentes nas consequências de suas ações, pois a mudança em uma regra pode impactar em outras regras ou regimes (GEELS, 2004, p. 904).

Entretanto, avaliando um regime em particular, podemos encontrar particularidades que o diferencia de outros regimes e assim, presenciemos uma liberdade de ação dos agentes sociais inclusos no regime que, interagindo com outros regimes, podem expressar seus desejos e atitudes, construindo a dinâmica dos mundos de possibilidades. Essa dinâmica se expressa nos diferentes regimes que compõem um regime sociotécnico como o regime tecnológico, o regime cultural, o regime do mercado de consumo, o regime político, o regime científico, dentre outros, dependendo da complexidade do sistema, como visto na Figura 3 (GEELS, 2004, p. 905).



Figura 3: Meta-coordenação através do regime sociotécnico
Fonte: GEELS, 2004, p. 905

Assim, cada grupo social que interage em um regime possui particularidades com infinitas combinações nos mundos de possibilidades disponíveis para interação. Portanto, as regras não necessariamente se interagem apenas em um regime, mas também entre os regimes. Caso um regime tecnológico atenda uma modificação em suas regras de interação para um novo artefato tecnológico, isso pode impactar positivamente ou negativamente no regime cultural e no regime do mercado de consumo, por exemplo.

A percepção sobre o comportamento dos agentes nos regimes é necessária, pois o tratamento do sistema sociotécnico visa mostrar a relação entre a sociedade, as instituições e uma tecnologia em questão, e como esses elementos se comportam conjuntamente no sistema. Assim, segundo Geels (2004, p. 903), as interações podem ser expressas da seguinte forma:

- i. O sistema sociotécnico não funciona por si só, mas através do envolvimento das ações sociais e organizacionais;
- ii. Os agentes operam no contexto de regras. Suas percepções, e interações são guiadas pelas regras;
- iii. Os agentes carregam e reproduzem as regras, através das instituições;
- iv. As instituições, os artefatos e as condições materiais formam o contexto da ação, onde o ser humano está inserido. Eles permitem restrições e os incentivos;
- v. As regras não são influenciadas e determinadas apenas pelos agentes, mas também pelos artefatos, pois estes possuem uma gama institucional acoplada em sua funcionalidade que interferem as ações dos agentes (WINNER, 1980);
- vi. Os sistemas sociotécnicos, que incluem os artefatos e as condições materiais (recursos naturais, ferramentas, insumos), modelam as regras, estruturas e padronizações. A flexibilidade é restringida pelas possibilidades técnicas, institucionais e materiais (GEELS, 2004, p. 903).

As firmas também são influentes no sistema através das inovações tecnológicas, rotinas, e concorrência. Os produtos e os consumidores são afetados pelos padrões de consumo, valores, culturas e rotinas ditados por outros agentes sociais. As regras são afetadas pelas pesquisas heurísticas que determinam as direções das soluções dos problemas pelos centros de pesquisa dos diversos setores, além das esferas das instituições (GEELS; KEMP, 2007b, p. 442-443).

A interação entre os agentes é complexa, baseada não só nas restrições como em buscas de oportunidades para aplicar suas alianças, esforços, poderes, negociações, com o intuito de benefício próprio. Os consumidores buscam produtos mais baratos e com qualidade; já as empresas buscam mais clientes, mais rentabilidade e faturamento, baixo custo e mais lucros; e as instituições guiam as atitudes desses agentes. As ‘regras do jogo’ praticadas pelos agentes sociais possuem diversas ramificações, já que afetam todos os grupos sociais e modelam, portanto, o sistema sociotécnico e os mundos de possibilidades possíveis, ou seja, podem ser aplicadas entre regimes, firmas, entre firmas e instituições, entre firmas e clientes, ou simultaneamente entre todos os agentes (GEELS, 2004).

Porém, essa relação baseada no regime de regras pode ser reestruturada devido a novas necessidades e requerimentos do mercado e de fatores externos. Assim, regras estabelecidas no momento presente, e que apresentam particularidades espaços-temporais, são resultantes de interações passadas e os padrões de atividades atuais podem resultar em novas regras e regimes no futuro, ressaltando que fatores exógenos ao sistema também podem transformá-lo, como veremos a seguir.

2.3 A CONECTIVIDADE ENTRE O SISTEMA SOCIOTÉCNICO E OS MUNDOS DE POSSIBILIDADES

A rede de relacionamentos presente na construção das sociedades históricas e atuais é marcada por suas particularidades únicas para cada época. Além disso, a presença das inovações tecnológicas alavancou a difusão dessas nas relações sociais. Portanto, os indivíduos que convivem entre si e compõem a dinâmica em cada sistema delimitado desenvolvem, apresentam, discutem e realizam suas escolhas sobre bens, serviços e ações sociais a partir de mundos de possibilidades que podem ser combinadas no desenvolvimento, pesquisa, criatividade nas negociações e relações de poder que resultem em decisões satisfatórias para uns e insuficientes para outros (SABEL; ZEITLIN, 2002).

Desta maneira, “as mudanças do aparato conceitual (incluindo representações do espaço e do tempo) podem ter consequências materiais para a organização da vida diária” (HARVEY, 1992, p. 189). Portanto, necessita-se a compreensão de que muito do progresso tecnológico que é alcançado depende de uma mudança anterior, consentido a instabilidade em que uma pequena mutação pode provocar abruptas redefinições nas organizações das atividades econômicas evidenciando, assim, o revolucionário presente no capitalismo. Assim, a procedência de sua dinamização é decorrente da destruição de antigas estruturas e construção de novos sistemas, ou seja, o processo de destruição criadora. (SABEL; ZEITLIN, 2002, p. 2; SCHUMPETER, 1962, p. 82).

Atualmente, com as revoluções industriais e tecnológicas, dos métodos de produção, distribuição e consumo em massa, especialmente nas sociedades modernas, o sistema alcançou e unificou distantes correntes sociais. O ambiente de distribuição agregou mais elementos de logística, mercados, e setores, o conhecimento científico incluiu além da P&D das empresas, as universidades, laboratórios e empresas de consultorias, evidenciando também a produção cultural e comportamental, proveniente dos elementos que informam a sociedade como as organizações sociais, religião, mídia, governo, a Internet, dentre outros. Essas relações se transformam mais rapidamente com a acentuação da compressão do tempo e espaço, e novos grupos emergem (GEELS, 2004, p. 901).

Implícito ao sistema sociotécnico têm-se os principais agentes que influenciam na formação e direção em que o sistema segue controlando não só o tempo como também o espaço. Ao dominá-los, o sistema pôde comprimi-los ao ponto de acelerar o ritmo de vida da sociedade, ao mesmo tempo em que vence as barreiras espaciais tendo a inovação tecnológica como ferramenta principal neste projeto (HARVEY, 1992, p. 216-219).

Assim, conseguiram esse feito a partir da especialização e do aproveitamento do melhor desempenho dos bens e serviços disponíveis na economia do sistema capitalista, considerando como dados os conflitos de poder e a desigualdade entre os indivíduos que participam da dinâmica. Por essa razão, essa rede de influência acaba por estabelecer as bases das regras do jogo e manter a hierarquia social constituída em benefício dos que controlam o processo: os principais grupos de interesses que, para preservar seus benefícios, procuram excluir idéias dissidentes ao seu sistema.

Deste modo, os agentes, na convivência do contexto sociotécnico capitalista, apresentam uma rede de influência e poder, estável ou não, provocando impactos não apenas no presente como também no futuro. Atualmente, os resultados desses impactos, como as externalidades negativas ao meio ambiente, são destacados por grupos sociais que questionam a maneira pela qual os agentes atuantes no sistema usufruem os insumos e artefatos para uso e descarte no ambiente, como visto a seguir.

2.3.1 A “Teia da Vida”

Como então se pode elaborar perspectivas sobre alternativas futuras a partir da metáfora da “teia da vida”? Temos em primeiro lugar de examinar as consequências “positivas” e “negativas” diretas de diversas atividades humanas, passadas e presentes, tanto para nós mesmos (...) como para outros (incluindo espécies não-humanas e habitats inteiros). Mais importante ainda é contudo nossa necessidade de reconhecer os modos pelos quais nossas ações se disseminam por entre a rede de interconexões que constitui o mundo vivo, com todo o tipo de consequências. Tal como muitas outras espécies, somos perfeitamente capazes (sem disso ter necessariamente consciência) de destruir nosso próprio ninho ou dilapidar nossos próprios recursos básicos de forma a ameaçar gravemente nossas próprias condições de sobrevivência (...). (HARVEY, 2006a, p. 286).

Como a cada espaço e tempo determinados, diversos problemas sociais, econômicos e ambientais se destacam como aqueles que precisam ser sanados para sobrevivência atual e futura, o que presenciamos atualmente é um questionamento sobre como preservar os recursos naturais e minimizar os impactos ambientais. Isso ocorre porque, por muitos séculos a humanidade foi alienada através de sua separação da ‘natureza’, aprofundando o modo de acumulação e compressão do tempo/espaço para alcançar mercados antes inalcançáveis, expandindo os padrões de consumo e produção mundialmente, quebrando barreiras ideológicas e políticas (HARVEY, 1993, p.16).

Conseqüentemente, o que passou a ser presenciado foi uma transformação gradativa nas relações sociais, com suas culturas, valores, e éticas para um novo paradigma ambiental. Elementos do ecossistema vistos como componentes externos ao sistema – como a poluição atmosférica e abundância de recursos naturais, são agora gradativamente internalizadas nas

ações humanas, não só no consumo como também no processo de produção e na oferta de produtos, pois este não comporta mais as ações predatórias sociais. Portanto, a eliminação da dicotomia entre elementos internos e externos ao sistema é vivenciada (HARVEY, 1993, p. 7).

Consideremos um único elemento do repertório de nossas capacidades evolutivas: o tipo de “natureza” que temos condições de produzir neste momento. *Na qualidade de sujeitos ativos do jogo evolutivo, acumulamos imensos poderes de transformação do mundo. (...) Esse é agora um foco vital e aberto de discussão e do debate, tanto entre capitalistas e seus aliados (muitos dos quais estão obcecados com a questão da sustentabilidade a longo prazo) como entre os que buscam alternativas.* Temos um “ser de espécie” distintivo? E o que isso implica em termos de nossa relação futura com a natureza externa a nós?. (HARVEY, 2006a, p. 279, grifo nosso).

A partir dessa citação percebe-se que, segundo Harvey (2006a; 2006b), o atual sistema passa a se preocupar com sua própria sobrevivência futura, ao avaliar efeitos negativos ao meio ambiente devido ao excessivo consumo e produção capitalista. Deste modo, as variáveis ambientais passaram a ser determinantes para o desenvolvimento de novos mundos de possibilidades, sendo que a dinâmica capitalista tornou-se um demandante não só novos artefatos tecnológicos que se adéquem às novas solicitações, como também de ambientes institucionais que viabilize a produção, difusão e uso dos artefatos tecnológicos, devido ao novo padrão concorrencial no mercado de oferta e demanda (MOWERY et al., 2010).

Portanto, diversos setores se aceleram para se adequarem às novas demandas de produção e consumo, incluindo o setor automotivo mundial. Para entender como esse processo ocorre, assim como os elementos que participam nesse processo, o próximo capítulo focará nos condicionantes que estabilizam e fragilizam o sistema, baseados na teoria sociotécnica para, posteriormente aplicar no estudo de caso em questão: o setor automotivo.

3 A ESTABILIDADE E A MUDANÇA DO SISTEMA SOCIOTÉCNICO

A dinâmica fundamentada no sistema sociotécnico expõe a contradição da sobreposição entre as relações sociais. Sendo assim, o ambiente sociotécnico pode ser estável, mas dinâmico; constante, mas instável. Portanto, esse sistema é complexo e para se entender o comportamento desse ambiente, tem que compreender as características das partes, a partir da formação do todo.

Deste modo, para compreensão da complexidade do sistema sociotécnico, no ambiente capitalista construído, com o passar dos anos, para resultar no que é hoje, necessita-se estudar o processo de estabilidade e fragilidade do sistema sociotécnico. Como determinantes para manter a estabilidade do sistema sociotécnico, incluem-se características estudadas pela teoria evolucionária como o paradigma e trajetória tecnológica, além dos motivos que mantêm o ambiente institucional numa estabilidade difícil de ser transposto. Como características opostas a aquelas expostas têm-se também os condicionantes que fragilizam o sistema sociotécnico como a instabilidade institucional, a perspectiva multinível, as tensões e pressões fragilizam o sistema, como também a capacidade adaptativa deste, temas que serão vistos a seguir.

3.1 OS CONDICIONANTES QUE ESTABILIZAM O SISTEMA

Como no decorrer do trabalho, foi analisada a estrutura composta por diversos elementos heterogêneos que facilitam a manutenção de um sistema sólido e de difícil dissolução. Caso o regime apresente uma boa estabilidade institucional, social, tecnológico e político-econômico, os elementos que ocasionem em uma mudança estrutural dificilmente serão bem sucedidas (GEELS, 2005). Portanto, esse capítulo inicia-se com a abordagem da estabilidade sobre o artefato tecnológico para, posteriormente, focar-se no ambiente institucional que também agasalha outras variáveis, como a econômica-política e a social.

3.1.1 Paradigma e trajetória do processo de inovação tecnológica

O paradigma tecnológico, fundamental para entender o contexto no qual o artefato tecnológico se insere e se desenvolve, foi inicialmente trabalhado por Dosi (1982), a partir de uma conceituação do paradigma científico de Thomas Kuhn. Sua idéia principal foi utilizar uma abordagem teórica que se apropriasse de métodos e ferramentas para entender e resolver problemas tecnológicos, com base na padronização de perguntas (DOSI, 1982; GREEN, 1998).

Assim, o paradigma tecnológico possui a mesma linha de pensamento, ou seja, sendo um espaço temporal no qual problemas são identificados e solucionados a partir de uma seleção previamente estabelecida de artefatos tecnológicos. Para tanto, o autor baseou-se na teoria evolucionária, fortemente influenciadora em suas obras. Dosi (1982) também ressalta uma aproximação entre o paradigma tecnológico e o progresso tecnológico, pois é nesse paradigma estabelecido para a constituição do artefato escolhido que o progresso técnico é aprimorado para melhor eficiência desse processo viabilizado.

A concepção sobre essa teoria poderia ser exemplificada, segundo Dosi (1982), através da heurística², classificada como “heurística positiva” e da “heurística negativa”. Um paradigma tecnológico ou um grupo de pesquisadores que trabalhem em um determinado artefato escolhem determinados elementos e restrições que serão incorporados ao estudo e outros que serão descartados, fomentando decisões estratégicas sobre em qual direção o progresso tecnológico e a inovação técnica do artefato seguirão (DOSI, 1982, p. 152).

Conseqüentemente, este processo possui caráter excludente já que pode restringir o desenvolvimento de novas tecnologias que também poderiam solucionar o problema ou melhorar ainda mais a eficiência do processo. Assim, percebe-se que nem sempre os artefatos selecionados são os mais adequados para “responderem” aos problemas surgidos. Dosi (1982) questiona o processo de emersão dos paradigmas tecnológicos, assim como ocorre o processo

² Segundo Nelson e Winter (1977, p. 52), o processo de pesquisa heurística significa alcançar uma meta almejada ou aproximar-se o máximo possível do objetivo, a partir de processos de identificação, seleção e procedimentos.

de mudança de um paradigma para outro. O autor afirma que tanto os fatores econômicos como institucionais unidos à ciência, são determinantes no processo de seleção, variação e adaptação dos artefatos e, portanto, do paradigma tecnológico.

Entretanto, o que diversas correntes afirmam sobre a concepção do paradigma tecnológico, é que este possui diversas lacunas a serem preenchidas. Primeiro, o foco dado por Dosi (1982) ao paradigma tecnológico sobre a engenharia foi intensificada nas práticas e mentes dos agentes dessa área, na P&D de uma empresa, negligenciando outros elementos fora desse meio que também determinam o contexto de um sistema, como as estruturas de governança corporativa que incluem outros elementos ao ambiente de engenharia (GEELS, 2002; GREEN, 1998; KEMP et al. 1998).

A trajetória tecnológica, também baseada na Economia Evolucionária, é entendida como o *trade-off* entre as variáveis tecnológicas e econômicas predominantes em um paradigma tecnológico, ou seja o progresso dessas relações sobre o artefato ou processo tecnológico utilizado, inclusive, pela influência dominante de engenheiros, designers, e gerentes no processo de decisão da trajetória. Nelson e Winter (1977) denominam o processo de ‘trajetória natural’, entretanto, afirmam que a trajetória natural pode ser alcançada pela exploração progressiva da economia de escala, assim como do aprofundamento no processo de mecanização das operações (DOSI, 1982; GREEN, 1998; NELSON; WINTER, 1977).

Portanto, a trajetória tecnológica é considerada como um espaço multidimensional onde um grupo de possíveis direções tecnológicas é limitado pelo próprio paradigma tecnológico. Segundo Dosi (1982, p. 154), a trajetória tecnológica possui diversos elementos que a caracterizam como a diferença de poder entre as trajetórias tecnológicas determinadas pelos grupos de interesses dominantes, ou seja, trajetórias que são mais poderosas que outras, entretanto esse poder também pode ser invertido. Além disso, este cita que existe uma rede complementar entre as trajetórias (conhecimento, experiência, habilidades), sendo que tanto o progresso desses elementos na direção estabelecida como também a falta desse progresso podem resultar em incertezas e do paradigma e na emergência de novas trajetórias.

Por fim, Dosi (1982, p. 154) ressalta que é duvidosa a capacidade de comparação entre diferentes trajetórias substitutas, pois os condicionantes são diferentes em cada época analisada. Ou seja, se uma trajetória tecnológica necessária em uma época em questão com diversos elementos que a compõem, sofrer impactos difíceis de serem contidos, cabem à trajetória e paradigma tecnológico se adaptarem ou se transformarem completamente ao ponto de resultarem em outra direção tecnológica.

3.1.2 A estabilidade institucional

Como ponto de partida de análise da estabilidade institucional, tem-se a ilustração apresentada na Figura 2 de Williamson (2000), visto no capítulo anterior. A formação social e das instituições, característicos do Nível 1 de Williamson, modificam-se vagarosamente, ou seja, apresentam certa dificuldade em sofrerem mutações, pois são raras as “janelas de oportunidade” que afetam e reformam as instituições informais, apenas quando ocorre um fator externo que seja uma exceção ao constante, como guerras, mudanças climáticas, problemas no sistema financeiro. Entretanto, mesmo nessas condições, o processo de transformação cultural, valores e rotinas, são vistos como de lenta transformação (WILLIAMSON, 2000).

A constatação na rigidez das instituições formais presentes no Nível 2 de Williamson, também foi feita por Geels (2004), como anteriormente abordado, sobre a composição e conexão entre os regimes. Essa concepção também pode ser encontrada no nível das restrições, devido à possibilidade de muitos protótipos, desenvolvidos em “nichos tecnológicos” ficarem anos sem comercialização por diversos motivos inclusive pela falta de viabilidade e estímulo por parte das instituições.

Geels (2004) utiliza uma análise similar ao ressaltar que os atores sociais que, apesar de possuírem certa liberdade para desenvolver sua criatividade, determinarem suas preferências (delimitando seu grupo de interesse) e definirem estratégias, devem agir dentro de uma estrutura social estabelecida, seguindo regras que não podem ser modificados facilmente. Ao

diferenciar as regras dos agentes, North (1991) afirma que a função da regra é estabelecer de que forma o jogo ocorrerá, e o papel dos agentes que agem no limite das regras é vencer o jogo, com o uso e coordenação das estratégias.

Geels (2004, p. 910-912), ao compreender os motivos para a permanência da estabilidade de um ambiente sociotécnico, se baseia em três afirmativas conectadas. A primeira afirmativa engloba as regras cognitivas, regras normativas, regulatórias e o alinhamento entre as regras. Nas regras cognitivas, nos quais agentes ou instituições científicas direcionam suas ações em direções particularmente determinadas, as capacitações essenciais tornam-se rígidas, sem flexibilidade, obedecendo sempre a um mesmo paradigma tecnológico. Nas regras normativas, as redes sociais e organizacionais são estabilizadas pela percepção mútua e expectativas de comportamentos apropriadas. As formas regulatórias podem bloquear mudanças através de regras formais ou padrões técnicos que favoreçam uma tecnologia existente.

Segundo, agentes e organizações estão incorporados em redes interdependentes, contribuindo, assim, para a estabilidade. Organizações são resistentes a maiores mudanças devido a laços criados. Grupos de interesse com poder político e social possuem um comportamento similar, pois agem em prol de seus próprios interesses, sendo que nem sempre se preocupam com o bem estar social podendo, portanto, dificultar mudanças institucionais ou a adoção de novas tecnologias que não sejam focados no benefício de seus interesses (GEELS, 2004, p. 211).

Terceiro, o sistema sociotécnico, particularmente os artefatos e redes são resistentes devido a limitações tecnológicas ou de recursos. O *learning by doing* e *learning by using* também podem ser vistos como barreiras para novas inovações, pois tecnologias já estabelecidas passaram por essa fase de seleção e adaptação no mercado. Por essa razão, quanto mais uma tecnologia é usada, mais se aprende sobre ela, alcançando melhores desempenhos, e dificultando uma radical inovação tecnológica (GEELS, 2004, p. 211).

O processo de estabilidade de um sistema também foi abordado por outros estudiosos de forma análoga ao proposto por Geels (2004), entretanto, apresentaram uma explanação que pode complementar nosso estudo. Kemp et al. (1998) apresenta diversos fatores que

dificultam a adesão de um novo artefato tecnológico. Dentre estes, incluem-se os fatores tecnológicos que formam uma importante barreira, pois novas tecnologias podem não se encaixar inicialmente em estruturas tecnológicas já estabelecidas. Normalmente essas tecnologias novas são mais caras e não se adaptam totalmente às necessidades dos consumidores precisando, a esses, a adaptação a novas tecnologias, gerando inflexibilidade e indisposição para novas adaptações (KEMP et al., 1998).

Além disso, como afirmado acima, existem as políticas governamentais e o *framework* regulatório que possuem o poder de manter barreiras à entrada de novos artefatos. Novas pesquisas em tecnologias habitualmente requerem subsídios de governos ou parcerias do setor público com o setor privado e universidades. A falta desse apoio desestimula o setor privado que não se arrisca a arcar totalmente com os custos. Os fatores psicológicos e culturais, naturais também são condicionantes para estabilidade de um sistema tecnológico. A não familiaridade em um novo artefato gera ceticismo entre os consumidores sobre novas tecnologias, pois os consumidores não possuem conhecimento sobre as vantagens e desvantagens sobre o novo artefato (KEMP et al., 1998).

Têm-se também os fatores de produção. A criação de uma nova tecnologia requer tempo, recursos financeiros, recursos humanos qualificados e infraestrutura técnica complementar. Firms que produzem para grande escala, atendendo o máximo de consumidores possíveis, frequentemente optam pela busca na liderança de preço e um produto aceito por todos. O risco em que uma nova tecnologia, com novos valores, concepções e modos de uso não seja aceito pelo mercado pode ser alto para uma firma ou grupo de firmas que desenvolvam protótipos (KEMP et al., 1998).

Associado a este, incluem-se a infraestrutura e manutenção do artefato. Novas tecnologias, ao requisitar novas infraestruturas e sistemas de manutenção, podem encontrar barreiras, pois novas máquinas e ferramentas e meios de distribuição demandam tempo e recursos, além da viabilidade. Apenas na produção em larga escala que um alto investimento é rentável. Entretanto, esses produtos necessitam dessa infraestrutura desde o início. Por fim, encontram-se os efeitos negativos que o novo artefato pode causar. Ao ser demandado para sanar um tipo de problema, pode ocasionar impactos negativos em outros ambientes (KEMP et al., 1998).

Portanto, são muitos os condicionantes que limitam o desenvolvimento de novas tecnologias. Entretanto, os principais elementos que dificultam também incentivam a criação destas. Assim, estudaremos os condicionantes que fragilizam o sistema, ao ponto de, a partir das reações dos agentes sociais, o sistema pode se transformar.

3.2 CONDICIONANTES PARA A TRANSFORMAÇÃO DO SISTEMA SOCIOTÉCNICO

Em ambientes sociotécnicos, a percepção sobre a flexibilidade de seu regime dominante representa uma feição permanente da vida social devido a complexa dinamização. Assim, além de pequenas mudanças – raras mas avassaladoras – que podem provocar novas redefinições nas maneiras em que se organizam as atividades econômicas, sociais e institucionais, existem outros fatores que também fragilizam o sistema. Dentre esses, incluem-se a introdução de novas tecnologias, formas institucionais e organizacionais (GEELS, 2004; SABEL; ZEITLIN, 2002).

Assim, a análise sobre os condicionantes para transformação de um sistema, objetivando um maior aprofundamento desse processo, será baseada em um amplo estudo da teoria sociotécnica que agrega elementos do modelo *quasi-evolutionary*, ou seja, um enfoque nas pressões de seleção e na capacidade do regime sociotécnico em se adaptar a novas situações, incluindo também uma perspectiva institucional. Portanto, estudaremos inicialmente o processo de mudanças institucionais a partir da teoria de Douglass North. Posteriormente, entenderemos como a perspectiva multinível é analisada, através da união entre os nichos, o regime, e o panorama sociotécnico. Por fim, compreenderemos como um sistema ativa sua capacidade adaptativa para receber novas tecnologias, transformando-se.

3.2.1 Transformações no ambiente institucional a partir das contribuições de Douglass North

Apesar de sua força de coesão, controle e de regulação, o *framework* institucional pode ser fragilizado, transformado e substituído. North (1995) explicita cinco proposições sobre a mudança em questão. Em primeiro lugar, para o autor essa instabilidade se deve às interações entre as organizações e as instituições no ambiente econômico no qual prevalece a escassez e a competitividade. Assim, as oportunidades provenientes pela matriz institucional determinam os tipos de organizações que surgirão no ambiente. Os empreendedores de organizações acabam por induzir mudanças institucionais no momento em que percebem oportunidades novas ou alteradas, a partir de modificações em regras, indiretamente através de pressões de organizações sócio-econômicas, alterando acidentalmente ou deliberadamente o cumprimento das regras e sanções, além das restrições informais (NORTH, 1995, p. 15).

O segundo motivo ocorre devido à competição que força organizações a investirem em habilidades, e na aquisição de conhecimento que melhorarão as percepções sobre oportunidades, aumentando as chances de alteração nas instituições. Entretanto, em ambientes onde prevalece o monopólio, as organizações podem viver em um ambiente onde não é necessária a melhora da vantagem competitiva para sobrevivência.

O terceiro motivo é decorrente ao *framework* institucional que utiliza incentivos que ditam as habilidades e conhecimento a serem desenvolvidos para a maximização de lucros, sendo que essa visão pode pressupor impactos negativos no sistema. O quarto motivo são as percepções oriundas da “construção mental” dos agentes. Assim, a percepção é a chave das escolhas que os agentes fazem, sendo que a interpretação do ambiente em volta da mesma ocorre devido à cultura, restrições diárias dentre outros motivos que provocam ações diferenciadas em cada indivíduo sobre suas atitudes. Por fim, o quinto e último motivo sobre a mudança institucional ocorre devido ao escopo econômico, ou seja, a sobrevivência das organizações depende da matriz institucional. A mudança institucional é incremental e *path dependent* (NORTH, 1995, p. 16).

Entretanto, a trajetória adotada (*path dependent*) pode sofrer mutações, criando oportunidade para novas organizações ou tecnologias agasalhadas pelas instituições interessadas. Conseqüentemente, as organizações anteriormente dominantes tornam-se enfraquecidas e posteriormente substituídas pelas novas estruturas no sistema, sendo este resultante em um novo ambiente sociotécnico (NORTH, 1994).

O processo da mudança pode ser gradativo ou revolucionário. A mutação é mais facilmente concretizada em ambientes mais flexíveis e frágeis, através da determinação do poder de interesse – empresarial, social, ambiental. Em relação às mudanças revolucionárias, a ocorrência desse fenômeno pode ser decorrente da falta de instituições ou organizações que possam controlar o conflito criado. Assim, modificações institucionais podem ser estabelecidas. Entretanto, este fenômeno, caso resultante de um caráter esporádico, pode ser minimizado pelas instituições informais que dificilmente são alteradas, como citado anteriormente (NORTH, 1994).

Portanto, entende-se que essa explanação sobre a instabilidade institucional aproxima a teoria institucional e evolucionária através da conexão sobre as instituições e o comportamento dos agentes sociais (GEELS; SCHOT, 2007a; NELSON, 2002; 2008). Conseqüentemente, o trabalho se aprofundará na perspectiva multinível, que busca a unificação das principais camadas atuantes no sistema: os nichos tecnológicos, o regime e o panorama, a serem tratados a seguir.

3.2.2 Perspectiva multinível no sistema das inovações

A perspectiva multinível é um modelo que analisa hierarquicamente o processo em que um nicho se articula e se desenvolve, ao ponto de romper barreiras institucionais, sociais e técnicas, se instalando em um regime sociotécnico, ou transformando-o em um novo regime. Além desses dois elementos – nichos e regimes – também se inclui o panorama sociotécnico, um ambiente formado por fatores externos, dificilmente afetados pelos dois primeiros, mas que pode fomentar uma remodelação no processo de estabilidade ou transformação (GEELS, 2004; SMITH et al., 2010).

3.2.2.1 A emergência da inovação tecnológica fomentada nos nichos

A necessidade em entender a maneira como novas tecnologias emergem em um regime sociotécnico, provocou em alguns estudiosos sobre as inovações tecnológicas e evolucionárias o enfoque na importância dos nichos tecnológicos como locus das inovações radicais. Como o início do desenvolvimento de novidades ocorre de forma vagarosa, é importante a formação dos espaços de proteção em ambientes ou nichos para que seja fomentada a pesquisa dessas novidades (GEELS, 2004).

A formação dos nichos pode ser proporcionada por mercados inovadores que demandem novos artefatos e que estejam na fronteira tecnológica, por governos que apoiem e subsidiem pesquisas e desenvolvimento para melhorar a eficiência e competitividade de indústrias nacionais, assim como de sociedades que incentivem culturalmente as inovações tecnológicas. Portanto, nichos bem sucedidos no desenvolvimento de novos artefatos tecnológicos precisaram ultrapassar as barreiras dos regimes dominantes, expandindo o processo de mudanças sociais, além da ampliação para outros regimes dependentes que também sofreram impactos. Entretanto, nem todos os nichos desenvolvidos são bem sucedidos em suas transições para se tornarem novos regimes (GEELS, 2002; 2004; KEMP et al., 1998; SMITH et al., 2010).

Os nichos são importantes para a geração de novidades tecnológicas, pois são ambientes para processos de pesquisas, experimentos e testes dos protótipos desenvolvidos com consumidores, além do fomento de novas direções e na formulação de significados simbólicos. As normas e regras dos nichos são diferentes comparados com as regulamentações nos regimes, pois as mesmas são menos articuladas e cristalizadas. Apesar de seguirem suas próprias regras os agentes que trabalham nos nichos, no desenvolvimento de novas tecnologias, seguem paralelamente ao ambiente dos regimes adequando suas pesquisas às demandas do sistema. Quanto mais radical a constituição dos nichos, maior a probabilidade de inovações radicais se desenvolverem (GEELS, 2002; 2004; KEMP et al., 1998; SMITH et al., 2010).

Os nichos também provêm espaços para construção de suportes técnicos, fornecedores, relacionamento com consumidores e infraestrutura, caso se efetivem nos regimes. Muitos agentes que estejam dispostos a se arriscarem em relação aos nichos, são os mais dispostos em investirem nestes devido a possibilidades de sucesso isoladamente no mercado futuro. Portanto, incluindo nessa perspectiva analítica – as regras, os agentes e o sistema – o sucesso dos nichos provoca amplos círculos de relacionamento, com mais grupos de interesses envolvidos em sua estrutura, de uma maneira que mobilizem a expansão da legitimidade social (GEELS, 2004; SMITH, 2010).

3.2.2.2 O regime

A agregação do regime sociotécnico à perspectiva multinível ocorre na ilustração do porque os agentes dos nichos agem paralelamente em suas pesquisas e desenvolvimento e o local onde as inovações tecnológicas originadas dos nichos pretendem se consolidar. Assim, na segunda escala hierárquica, os regimes sociotécnicos formam os ambientes nos quais as relações sociais se constituem e onde os artefatos tecnológicos se estabilizam. Portanto, a configuração sociotécnica no formato de regimes ressalta a coesão e interdependência, assim como é resultante de uma acumulação da co-evolução dos elementos e conhecimentos (GEELS, 2004; SMITH et al., 2010).

Entretanto, apesar de as ‘regras do jogo’ serem formuladas para coordenar as ações dos agentes, mantendo o progresso tecnológico e econômico, assim como estabilizando as relações sociais no regime sociotécnico, também permitem lacunas ou ‘janelas de oportunidade’ para que esses agentes desenvolvam novas necessidades embutidas nos artefatos, e dinamizem o regime para uma nova trajetória. Essa dinamização também pode ocorrer devido a mudanças no panorama sociotécnico que também impactam no regime dominante (SMITH et al., 2010).

3.2.2.3 O panorama sociotécnico

O fomento dos nichos tecnológicos, sendo estes utilizados para transformação dos regimes pode ser ocasionado por fontes originadas do panorama sociotécnico. Esse macro-nível é caracterizado por prover um amplo contexto que estrutura os regimes sociotécnicos e os nichos, além de consistir em um profundo contexto de tendências. Assim, caracteriza-se por elementos como preços de combustíveis, crescimento econômico, valores culturais e normativos, problemas ambientais sendo, portanto, uma estrutura externa (GEELS, 2002; SMITH et al., 2010). Portanto, esses elementos “formam os gradientes para a ação” (GEELS, 2004, p. 913).

Enquanto os regimes são constituídos pelas regras que incentivam e restringem as ações humanas, o panorama sociotécnico se refere a um ambiente externo aos fatores que afetam as ações sociais. Consequentemente, por englobar elementos mais complexos, seu contexto é mais difícil de ser transformado do que os regimes, ou seja, por estar além das interações entre os agentes do regime.

O processo da dinâmica iniciada pelo panorama pode pressionar mudanças no regime que, a partir dessas lacunas que o regime não pode atender, acabam por facilitar as ‘janelas de oportunidade’ para os nichos, ou seja, “o crescimento da consciência ambiental é um desenvolvimento sociocultural que pode ser considerado como um processo panorâmico no qual questiona o desempenho de múltiplos regimes, enquanto gera oportunidades para os nichos” (SMITH et al., 2010, tradução nossa). Entretanto, o panorama também pode reforçar a trajetória de um regime tecnológico, mantendo-o coeso em sua estrutura dominante.

3.2.2.4 A consolidação da perspectiva multinível

Em busca de uma melhor ilustração sobre como ocorre mudança de um regime sociotécnico, quebrando barreiras técnicas, sociais, ideológicas e políticas, a perspectiva multinível satisfaz essa lógica. Entretanto, Geels (2002) ressalta que: “os diferentes níveis não são descrições ontológicas da realidade, mas conceitos analíticos e heurísticos para se entender a complexa dinâmica da mudança sociotécnica” (GEELS, 2002, p. 1259, tradução nossa).

A característica aninhada nos três níveis revela que os nichos são embutidos nos regimes que são englobados pelo panorama. Os nichos, ao emergirem para os regimes, agregam seus próprios valores, conceitos e requisições. Entretanto, muitas dessas novidades foram desenvolvidas para se adequarem às regras seguidas pelos usuários, firmas que as complementam, redes de distribuição facilitando, assim, a rotina estabelecida através do seu desenvolvimento em paralelo com o regime dominante (GEELS, 2002).

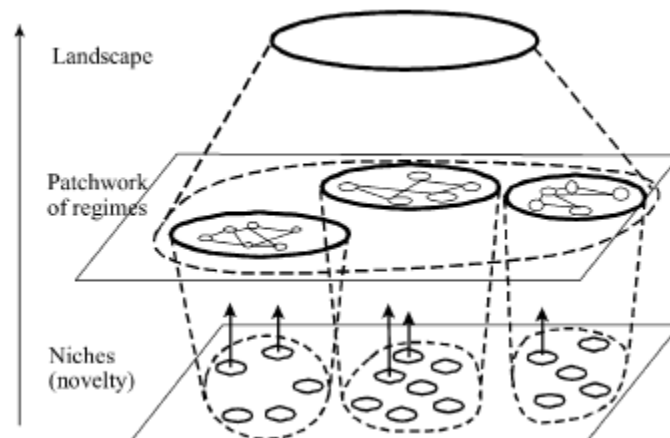


Figura 4: A hierarquia dos múltiplos níveis
Fonte: GEELS, 2004, p. 913

Assim, essas novidades incorporam conhecimentos e problemas necessários para atenderem às demandas inclusas no regime. Já o panorama pode dificultar ou acelerar as necessidades de novidades, a partir dos impactos que causem no regime. Porém, as inovações tecnológicas ainda inclusas nos nichos não se beneficiam automaticamente com as pressões do panorama,

pois estas ainda não foram consolidadas. As mesmas são apenas bem sucedidas quando se estabelecem nos regimes (GEELS, 2002, p. 1261; GEELS; SCHOT, 2007a, p. 406).

Caso esse novo regime não possua todas as capacidades e conhecimentos tecnológicos necessários para gerenciar o relacionamento entre os novos artefatos com os agentes sociais, conhecimentos e tecnologias externas podem ser ‘importadas’ para apoiarem a infraestrutura estabelecida. Portanto, essa dinâmica vista entre os nichos e regimes pode ser competitiva, caso o objetivo dos nichos sejam substituir os regimes dominantes ou complementares, caso sejam adotadas pela sua competência, pelos regimes (GEELS; SCHOT, 2007a, p. 406-407).

3.2.3 A capacidade adaptativa e transformadora no sistema sociotécnico

“Todos os regimes têm alguma capacidade e recursos para responderem a pressões de seleção que os afetam” (SMITH et al., 2005, p. 1495, tradução nossa). Portanto, essa é a capacidade adaptativa na transformação do regime. Entretanto, para que o regime possa responder mais eficientemente às pressões sociais, os membros sociais devem ser capazes para preencher as funções dos regimes da melhor forma possível. Assim, os regimes podem ser caracterizados por seguirem as trajetórias estabelecidas pelas pressões sociais que as modelam (SMITH et al., 2005, p. 1495).

Essa capacidade dos regimes se adaptarem e responderem às pressões sociais depende de recursos e ferramentas disponíveis das instituições políticas, firmas e consumo. Portanto, os regimes que possuem maior capacidade em se adaptarem às novas requisições são mais bem sucedidos; e aquelas que possuem uma frágil capacidade em se adaptarem, com instituições ineficientes e firmas avessas ao risco, possuem uma probabilidade maior em serem substituídas, ou precisarem de ajudas externas para se recompor; cabe ressaltar que são nesses momentos – na falta de respostas pelas tecnologias dominantes – que os nichos podem ser bem sucedidos (SMITH et al., 2005, p. 1496).

A natureza da interação e transformação de um regime sociotécnico pode ser entendida a partir de quatro processos de transição da trajetória: transformação (T1), reconfiguração (T2), substituição (T3) e desalinhamento e realinhamento (T4). Entretanto, Geels e Schot (2007a) iniciam suas análises a partir do marco zero, a reprodução (T0). O marco zero é referente ao fato de que quando um regime está dinamicamente estável, dificilmente um nicho tecnológico pode se estabilizar, devido ao apoio das forças do panorama, e dos grupos de interesse inclusos no próprio regime. Portanto, o regime se auto-reproduz.

O primeiro modelo de trajetória (T1) ocorre quando existem evidências de instabilidade inicial no panorama sociotécnico que fomentam a adoção de alternativas tecnológicas. Assim, as ações originadas desse ambiente incentivam a formação de pressões de grupos sociais, que podem mobilizar ações de firmas, setores de pesquisas, empreendedores e ativistas. “A demonstração de alternativas viáveis podem mudar percepções de interinos do regime, reorientando-os para atividades inovadoras” (GEELS; SCHOT, 2007a, p. 406, tradução nossa).

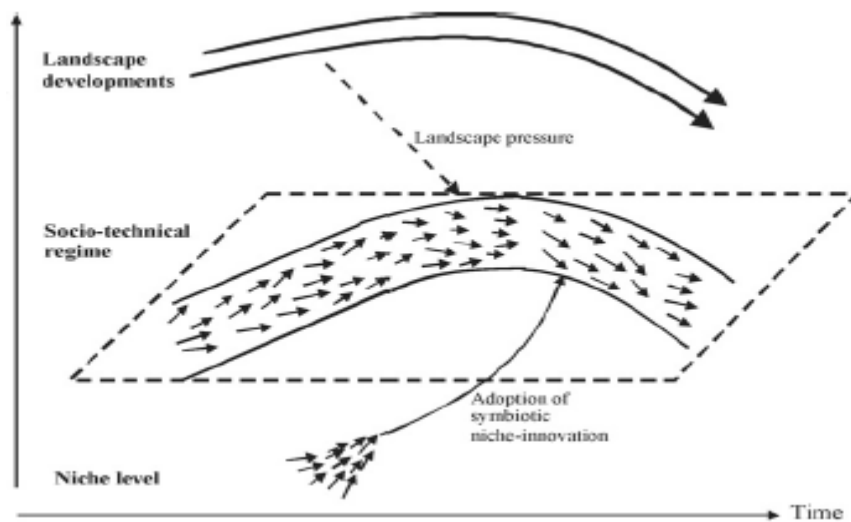


Figura 5: Transformando o caminho
Fonte: GEELS; SCHOT, 2007a, p. 407

Segundo Geels e Schot, (2007a), a Figura 5 desvela o momento em que um novo regime se direciona, a partir da consolidação das novidades tecnológicas, originadas dos nichos. Portanto, o novo regime é resultante de antigos regimes que se adaptaram às novas demandas e reajustes. Os principais grupos de interesse que dominam o antigo regime, além daqueles

que dependem deste podem sobreviver provavelmente a partir de novas conexões e mudanças nas relações das redes sociais (GEELS; SCHOT, 2007a, p. 407).

Caso os impactos causados pelo panorama sejam profundos a ponto de desalinhar e desestruturar o regime dominante, os agentes sociais podem desacreditar nessa estrutura. Além disso, caso os nichos ainda não estejam totalmente desenvolvidos e sem alternativas que substituam os artefatos existentes, cabe a união dos nichos para que ocorra uma co-evolução múltipla, além da consolidação de recursos e conhecimento. Assim, a partir de pesquisas e desenvolvimento, os agentes passam a escolher o nicho que mais se destaque e, ao consolidá-lo no regime, este pode se realinhar, caracterizando o processo de desalinhamento e realinhamento (T2) (GEELS; SCHOT, 2007a).

O terceiro modelo de trajetória (T3) revela que o processo de substituição de um artefato dominante ocorre através de fortes choques externos, porém específicos. Nesse caso, se um nicho está pronto, ou seja, desenvolvido e testado, a novidade tecnológica emerge ao regime. Nesse processo, a novidade desenvolvida nos nichos ainda não emergiu, pois o regime ainda apresenta uma dinâmica estável e coesa. Portanto, sem essa pressão do panorama sociotécnico, o modelo permanece em seu modo de reprodução e auto-reprodução. Entretanto, quando as 'janelas de oportunidades' surgem devido aos choques externos, os nichos se difundem no sistema. Nesse momento tensões podem ocorrer entre os grupos de interesse que defendem os artefatos estabelecidos contra as novidades, mas nesses casos as chances de substituição são maiores (GEELS; SCHOT, 2007a).

Por fim, na quarta trajetória (T4), o processo de reconfiguração da trajetória determina que novidades tecnológicas desenvolvidas nos nichos possam ser utilizadas, fundindo-os inicialmente com os artefatos dominantes para solução de problemas que os artefatos estabelecidos não conseguem. Nesse caso, um exemplo atual, também presente no setor automotivo, decorreu-se a partir de problemas climáticos existentes nos panoramas sociotécnicos que pressionaram as montadoras a se adaptarem às novas requisições do mercado, desenvolvendo veículos que não emitissem gases que desequilibrassem a temperatura do planeta ou que fossem poluentes.

Apesar de as ilustrações feitas representarem processos em que o regime apresenta capacidade adaptativa para responder às pressões de seleção, não necessariamente os agentes que compõem essas duas características são dissociados. A forte complexidade e interdependência entre os agentes sociais provocam a união em suas ações. Portanto, muitos agentes que pressionam o regime dominante, são aqueles que ajudam na formulação e coordenação de regimes, regulamentos e desenvolvimento de inovações alternativas inclusas nos nichos (SMITH et al., 2005, p. 1497).

O processo apresentado acima mostra como um ambiente aparentemente estável, ao sofrer mutações, redefine as ações sociais que preenchem um sistema sociotécnico. Entretanto, para compreender empiricamente como o estudo pode ser aplicado, o caso exemplificado será focado no setor automotivo sobre o novo paradigma tecnológico que agrega as variantes ambientais na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Entretanto, o foco a ser dado no exemplo será uma análise comparativa entre o sistema sociotécnico que inclui o veículo movido à combustão interna e o novo artefato que se infiltra e transforma o sistema: o veículo elétrico.

4 O SETOR AUTOMOTIVO SOBRE A NOVA ÓTICA DOS MUNDOS DE POSSIBILIDADES

O tempo presente é caracterizado por uma escassez e competitividade em torno de alguns recursos naturais, entre os quais se destacam os usados como insumos energéticos, a exemplo do petróleo, daqueles que absorvem seus dejetos, a exemplo da estratosfera e da camada de ozônio, e os receptores da poluição gerada pelo consumo dos derivados de petróleo. O grande giro na competição é que com referência aos recursos aludidos, constata-se uma generalização da competição, com todos os agentes e seres humanos, competindo pelo direito de fazer uso dos mesmos recursos, a exemplo da camada de ozônio.

Com as externalidades negativas se generalizando e difundindo numa escala planetária, em relação à maximização da função utilidade de cada consumidor e de cada produtor, o tempo presente começa a ser marcado pelo retorno das propostas de maximização dos lucros, em detrimento da maximização dos benefícios sociais. Neste âmbito, o dominante é o processo de “desconstrução mental dos agentes”, em função das questões ambientais do sistema produtivo que, ao se revelar insustentável, abre uma nova fase de “construção mental” dos agentes.

O setor automotivo, que dinamiza a relação de diversos agentes sociais dependentes diretamente ou indiretamente do sistema, também presencia o novo processo de “construção mental” dos agentes sociais. O aumento da quantidade de veículos no mundo cresceu vertiginosamente, inclusive nas grandes metrópoles, que acomodam cada vez mais veículos para satisfazer o modelo de consumo ocidental. Esse crescimento de produção e consumo representa hoje mais de um bilhão de veículos no mundo, com perspectiva em alcançar dois bilhões até 2020, considerando que metade destes representa veículos particulares (SPERLING; GORDON, 2009).

Conseqüentemente elevou-se a poluição das grandes cidades provenientes da emissão de gases poluidores, que provocam aquecimento global e riscos à saúde pública. Em relação à escala global, estudos científicos afirmam que o uso dos combustíveis fósseis são, em parte, responsáveis pelas Mudanças Climáticas, através do aquecimento global, com respaldo de

diversas organizações não governamentais, consumidores e firmas, instituições públicas nas esferas nacionais e internacionais (MOWERY, et al., 2010; SMITH, 2010).

Portanto, a partir dessa maior conscientização ambiental decorrente de pressões das camadas sociais e políticas, o setor automotivo – representado pelas maiores montadoras mundial – reestruturou seu ambiente competitivo com pesquisas e desenvolvimento de tecnologias alternativas em busca de atender às demandas, novas regras e regulamentações, e manterem-se na fronteira tecnológica concorrencial. Dentre as diversas alternativas em fase de estudo ou em comercialização, os veículos elétricos são apostas das maiores empresas que compõem a indústria automotiva mundial, para os próximos anos.

Entretanto, os veículos elétricos estão presentes no mercado automotivo desde o fim do século XIX, sendo comercializados em larga escala, ou deslocados do mercado e classificados como nichos durante grande parte do século XX. Portanto, este capítulo focará no sistema sociotécnico do setor automotivo, analisando o comportamento dos agentes sociais e artefatos tecnológicos no processo de transição de um regime tecnológico dominante – motor de combustão interna – para a tecnologia das baterias elétricas.

Assim, o estudo se iniciará no setor automotivo a partir da co-existência de três nichos que participavam do mercado de consumo de automóveis: o veículo movido a vapor, movido a combustão interna e a eletricidade. Posteriormente, o estudo focará na consolidação do veículo movido a combustão interna e os condicionantes que o estruturou no domínio, assim como nos principais elementos originados do que o sistema sociotécnico teoriza, panorama sociotécnico, e que transformaram o regime dominante: impactos ambientais, energéticos, e político-econômico. Por fim, o trabalho concluirá com as transformações atuais e para os próximos anos no setor automotivo mundial, no *framework* sociotécnico.

4.1 EXPERIMENTAÇÃO E CO-EXISTÊNCIA DE MÚLTIPLOS NICHOS (1890-1929)

O setor automotivo, para se consolidar no modelo dominante atual, passou por um processo competitivo/complementar interessante e peculiar. Entre 1890 e 1920, recorte temporal em que diversas transformações capitalistas foram feitas, não só econômicas como também político-sociais, o serviço de mobilidade urbana se transformava e se modernizava através de artefatos tecnológicos, sistema político e de infraestrutura, em países industrializados, especialmente Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha e França.

Entretanto, a fase de transição foi turbulenta e fortemente conflituosa. A tensão sobre o sistema era decorrente de diversas pressões do ambiente de seleção que exigiam artefatos de mobilidade alternativos ao dominante, em uma época em que o sistema urbano se expandia e sofria diversos impactos negativos como doenças contagiosas, odores, dentre outros. Entretanto, aqueles que defendiam o sistema dominante, contestavam a maneira em que as alternativas se estabeleciam no mercado, com a falta de regulamentação e controle adequado. Embora essas pressões tenham provocado desalinhamento no sistema dominante, os artefatos alternativos não respondiam às requisições da demanda generalizada, pois “engenheiros eram incapazes de desenvolver veículos flexíveis o bastante para desempenhar as diversas ‘tarefas’ que os motoristas iniciantes desejavam” (WELLS, 2007, p. 502, tradução nossa).

Os ‘candidatos’ para substituir o transporte movido a cavalos como carroças e carruagens, para os veículos, três tecnologias dividiam o mercado. Cada tipo de veículo atendia uma demanda específica, sendo essas tecnologias consideradas como “nichos tecnológicos”. Os veículos movidos a vapor eram velozes e mais baratos, mas precisavam frequentemente de manutenção. Já os veículos movidos a gasolina eram mais sujos, demoravam muito tempo para funcionar e eram moderadamente mais caros. Os veículos elétricos eram mais limpos e silenciosos, mas eram menos velozes e mais caros. Portanto, não havia ainda uma tecnologia dominante e nem quem se estabilizaria no mercado (ANDERSON; ANDERSON, 2005; GEELS, 2005; SCHOT et al., 1994; WELLS, 2007).

Entretanto, com o aumento do interesse pelos veículos particulares, as tendências sociais foram fundamentais para o processo de escolha do artefato dominante. O veículo movido a gasolina possuía um potencial que o favorecia no sistema, pois era frequentemente usado em corridas, para transitar em longas distâncias, no lazer, um aspecto cultural que fascinava a elite – principal classe consumidora de veículos particulares. Assim, o veículo movido a gasolina era “mais fácil de operar do que os veículos movidos a vapor, e percorriam trajetórias mais distantes que os veículos elétricos” (WELLS, 2007, p. 506, tradução nossa).

Porém, uma transformação que abalou o sistema capitalista de produção, foi determinante para a generalização em massa do veículo movido a combustão interna. Com o objetivo em alcançar o maior número de consumidores possíveis, a partir de preços baixíssimos, segurança e eficiência, Henry Ford adotou o modelo de produção em larga escala, cortando custos e tempo na produção de um veículo. Conseqüentemente, esse modo de produção barateou o seu preço a ponto de ampliar sua venda à classe popular. Assim, os veículos da Ford, baseados nos veículos movidos a gasolina, controlaram rapidamente o setor automotivo em poucos anos, sendo que seu modelo foi adotado pelas demais montadoras, expandindo o nicho tecnológico como regime dominante (ANDERSON; ANDERSON, 2005; GEELS; SCHOT, 2007a; WELLS, 2007; LANDES 2007).

Embora a disseminação avassaladora decorreu-se a partir de transformações com base no mercado de oferta e demanda, o papel institucional facilitou a disseminação dessa tecnologia no sistema em detrimento das outras. Além de facilitarem a partir de regulamentações que desconsideravam limites de velocidade, ainda prejudicavam outras tecnologias através de aumento de impostos em veículos mais pesados. Os veículos movidos a gasolina eram mais leves do que os veículos elétricos que acoplavam pesadas baterias. Além disso, com a falta de incentivos do governo em subsidiar pesquisas que melhorassem a eficiência de alternativas como os veículos elétricos, o processo concorrencial acelerou o descarte de outras modalidades (ANDERSON; ANDERSON, 2005).

O respaldo na consolidação do regime dominante, também foi decorrente da infraestrutura estabelecida. Os preços de combustíveis eram baixos e grupos de interesse que se beneficiariam com a venda de veículos a gasolina, apoiavam economicamente e politicamente a disseminação do artefato. Além disso, com o rápido avanço na melhora da eficiência de produção, com técnicas de rotina de produção e consumo, o *learning by using* e o *learning by doing*, concretizou o processo de acomodação do artefato dominante.

Assim, a Figura 6 ilustra o processo analisado acima sobre a fase de desalinhamento e realinhamento do sistema. Com três nichos tecnológicos alternativos, mas que não correspondiam totalmente com as requisições do mercado, o sistema passou por uma fase de transformação – com mudanças culturais, valores e estruturais – e no amadurecimento – infraestrutura complementar, institucional e concorrencial – para se adaptar ao artefato escolhido e realinhar o regime em uma nova estrutura dominante.

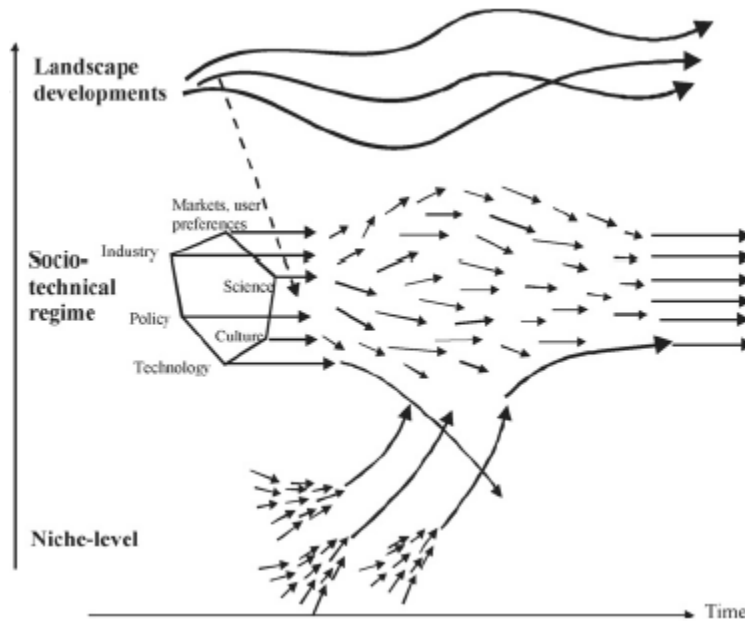


Figura 6: Desalinhamento e realinhamento

Fonte: GEELS; SCHOT, 2007a, p. 409

4.2 O REGIME DOMINANTE (1930-1989)

O setor automotivo, que possui como artefato dominante o veículo movido a combustão interna, passou por diversos processos de transformação e acomodação social e tecnológica, além dos conflitos entre os principais grupos de interesse, para se consolidar no sistema. Entretanto, sua estabilização foi procedente de diversos elementos que se consolidaram à sua estrutura aprofundando sua complexidade, heterogeneidade e dependência, característico do sistema capitalista e dos setores que se relacionam e dinamizam seu sistema.

Portanto, como ilustrado na Figura 7, o sistema sociotécnico do setor automotivo configurou-se a partir de todos os elementos que o agasalham, como cultura, montadoras e fornecedores, rede de distribuição e manutenção, mercado consumidor, instituições formais com suas regras e regulamentos, rodovias e estrutura de trânsito, sistema financeiro que auxilia a produção, distribuição e consumo, e principalmente do veículo e da infraestrutura de combustíveis.



Figura 7: Sistema sociotécnico do setor automotivo
 Fonte: GEELS, 2002, p. 1258

Com o progresso tecnológico que envolveu mecanismos que elevaram progressivamente a eficiência de produção e desempenho do artefato, juntamente com uma gama de fatores complementares, o veículo movido a combustão interna expandiu seu escopo de consumo, alcançando localidades antes inalcançáveis (SPERLING, 2009). Assim, com o aprofundamento da complexidade e dependência, além da compressão do tempo e espaço pelo sistema capitalista, especificado aqui no setor automotivo, o sistema sociotécnico direcionou-se a uma trajetória duradoura e rígida. Artefatos alternativos, especialmente os elétricos, sempre foram desenvolvidos paralelamente, mas nunca estabelecidos no mercado em massa pela falta de apoio dos agentes sociais que dinamizavam o sistema sociotécnico do setor.

Entretanto, com a despreocupação nos impactos negativos que essa prática de produção e consumo poderia causar ao ponto de fragilizar seu regime, os agentes responsáveis pela produção e regulação do uso do artefato dificilmente consideravam melhorias significativas sobre o uso dos combustíveis nos veículos, cujo processo causava diversas externalidades negativas em escala local – poluição atmosférica, danos à saúde – como global – aquecimento global e mudanças climáticas. Consequentemente, com o agravamento dessa problemática, o panorama sociotécnico passou a responder e fomentar novas pressões de seleção, abrindo “janelas de oportunidades” para tecnologias alternativas.

4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS E TRANSFORMAÇÃO DOS AGENTES SOCIAIS

O setor automotivo, marcado pela sua expansão e associação global, especialmente nos países industrializados, apesar de ter dinamizado a mobilidade e facilitado a acessibilidade urbana, desenvolvendo a sociedade e trazendo diversos benefícios, passou a apresentar algumas desvantagens que o polemizou nas principais camadas sociais. A falta de controle no consumo dos artefatos deste setor, especificamente os veículos particulares em grande escala, provocou questionamentos pelos grupos socioambientais, políticos e econômicos.

O processo de conscientização, assim como o processo de pressões que demandassem mudanças no uso do automóvel vigente iniciou-se em 1960 com estudos científicos iniciais, provocando transformações iniciais na regulação sobre o setor automotivo. Assim, os

principais países desenvolvidos passaram a se preocupar com diversos fatores que criavam problemas econômicos e externalidades negativas à população. Nos Estados Unidos, foi criado o *Clean Air Act* em 1963, com o objetivo de diminuir a poluição atmosférica. Em 1975 o governo americano estabeleceu o *Corporate Average Fuel Economy* – CAFE, onde regulamentava o uso de combustível nos veículos movidos a combustão interna de forma a pressionar melhores desempenhos no consumo. A Europa também seguiu a tendência americana regulamentando politicamente o consumo do petróleo, através dos instrumentos políticos (ANDERSON; ANDERSON, 2005).

Entretanto, o ritmo na aceleração de produção e consumo veicular foi mantido e expandido para países em fase de modernização, mantendo o sistema setorial automotivo ainda rígido, com respaldo das principais camadas sociais que ainda controlavam e influenciavam fortemente o sistema. Entretanto, a pressão social por mudanças culturais e de valores, acelerou a adesão em estudos sobre os impactos ambientais e em pesquisas para mudanças na produção e produto que diminuíssem as externalidades negativas. Esse conflito intensificou-se com a participação de movimentos sociais, conferências internacionais e pelo respaldo científico (ANDERSON; ANDERSON, 2005).

Ao visualizar a intensificação dos conflitos pela ótica sociotécnica, o panorama sociotécnico, sobre a perspectiva multinível, passa a intensificar mudanças no comportamento e na cultura social que, ao sofrer um novo processo de configuração no sistema, passa a adotar novos valores e concepções. Entretanto, essa fase acontece de forma gradativa e lenta, pois grupos de interesse com diversos apoios políticos e econômicos, atrasam, suspendem ou eliminam possíveis transformações, especialmente o setor automotivo com grande respaldo no sistema capitalista de produção e de consumo (GEELS, 2010).

Porém, com a falta de alternativas eficientes e economicamente viáveis e o aumento da urgência exigida pelas diversas camadas sociais, debates e pressões de seleção se intensificaram e o apoio das instituições em tentar sanar esses danos negativos ganhou respaldo no sistema (COASE, 1960). Assim, a nova corrida concorrencial intensificou novas pesquisas e desenvolvimento para produção de artefatos alternativos que dinamizassem as pressões e minimizassem a fragilidade instaurada no sistema.

4.4 A NOVA ÓTICA NO SETOR AUTOMOTIVO: a inclusão dos veículos elétricos

A capacidade de o sistema capitalista em se reconstruir e se adaptar às novas demandas requeridas acaba por manter a principal estrutura sistêmica no poder. Apesar de diversas pressões iniciadas a mais de quatro décadas, os principais setores que prejudicam terceiros se dinamizam para permanecerem no sistema concorrencial. Entretanto, uma nova ótica é agregada ao novo padrão de comportamento: a ‘teia da vida’ e os novos valores sociais e ecológicos que priorizam a convivência equilibrada no sistema, minimizando distúrbios causados pelas relações sociais reciprocamente entre si e entre os artefatos tecnológicos, sendo essa nova perspectiva determinante para reconfiguração e oferta de novos mundos de possibilidades aos agentes sociais.

O setor automotivo, através do suporte das instituições políticas que o incentivou com diversos mecanismos políticos – parcerias público-privadas, subsídios, provisão de informação ao sistema – fomentou pesquisas e desenvolvimento de alternativas, como veículos de tecnologia elétrica que se adequassem às novas regulamentações, infraestrutura, e padrões de consumo. Entretanto, o comportamento adaptativo do sistema às pressões foi diferente ao que se esperava.

Assim, como o veículo elétrico precisava de mais pesquisas e desenvolvimento que diminuíssem seu custo e deficiências em aspectos tecnológicos e de infraestrutura, tornando-o acessível ao consumo, enfatizando que as respostas deveriam ser imediatas, as principais montadoras desenvolveram veículos híbridos³, mais econômicos que os modelos antes dominantes, e menos poluentes por necessitarem de uma menor quantidade de combustível (ANDERSON; ANDERSON, 2005). A Figura 8 ilustra esse exemplo.

³ Veículos movidos a motor de combustão, auxiliados a baterias elétricas.

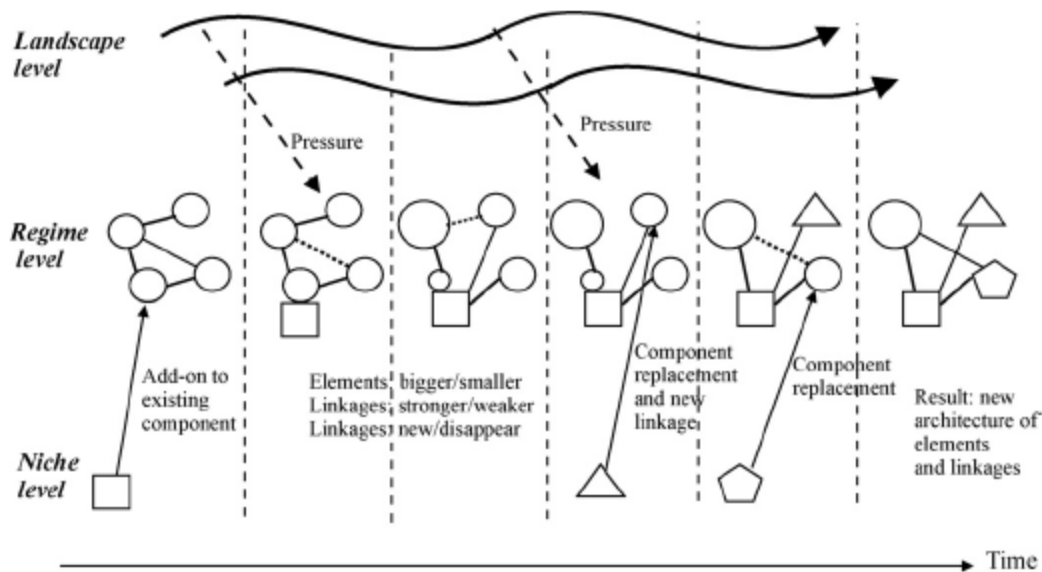


Figura 8: Reconfiguração da trajetória
 Fonte: GEELS; SCHOT, 2007a, p. 412

Portanto, para responderem positivamente aos impactos provocados pelo panorama sociotécnico e, conseqüentemente progredindo tecnologicamente, o setor automotivo atual reescreve sua trajetória adequando novas tecnologias ao regime. Os veículos híbridos, menos poluentes, são mais independentes da infraestrutura de apoio e se adéquam por se fundirem à estrutura do sistema atual – como representado pela Figura 8, onde os agentes sociais reconfiguram seu regime, mesclando nichos aos artefatos dominantes.

Ao responder positivamente ao mercado e se difundir nas principais localidades industrializadas, ou que já apresentam capacidade em receber essa alternativa, esta alternativa amplia a possibilidade da inclusão dos veículos totalmente elétricos. Esse artefato, após ser dominado tecnologicamente, culturalmente e economicamente, será instalado no sistema nos próximos anos, passando de novidade tecnológica para regime dominante (ANDERSON; ANDERSON, 2005).

Assim, futuros choques específicos são previstos, sendo esses mais impactantes no regime dominante. Apesar da inclusão dos veículos híbridos no sistema, esse comportamento possui um caráter transitório devido a possíveis distúrbios decorrentes do excesso de produção e consumo de veículos particulares que satisfaçam o padrão de consumo ocidental. Os países emergentes avançam no seu aumento na demanda de artefatos econômicos e preocupam

estatísticas ambientais. Portanto, caso as previsões sejam concretizadas, novos choques externos como desastres ambientais ou crises energéticas devido ao aumento dos preços de combustíveis decorrente da escassez ou manobra política, as mesmas acelerarão novas mudanças mais estruturantes no regime ainda dominante sobre o motor de combustão interna.

Portanto, como explicitado na Figura 9, um choque específico decorrente de fatores externos instalados no panorama sociotécnico é capaz de substituir um regime dominante. Essa ilustração revela tendências futuras no setor automotivo, a partir de transformações dos artefatos tecnológicos em busca de alternativas que impactem cada vez menos o meio ambiente, e que revele uma nova trajetória dominante.

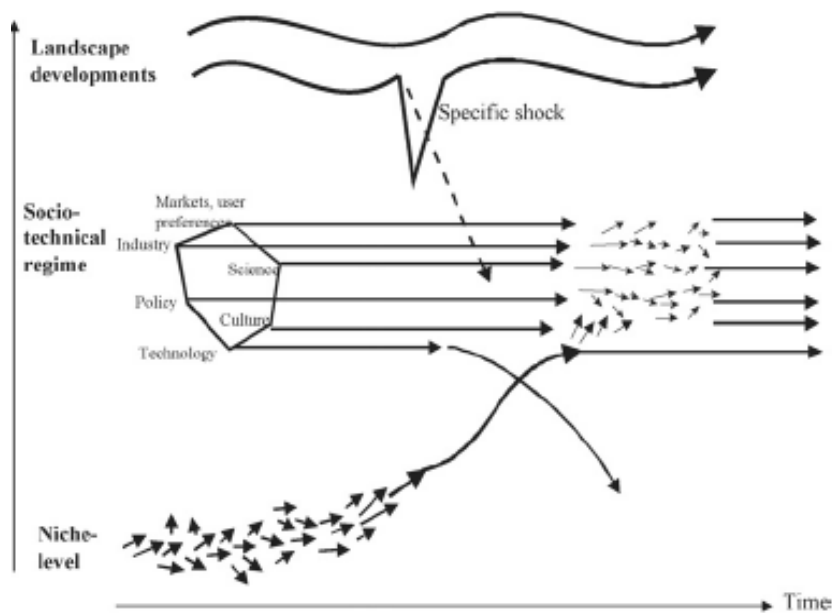


Figura 9: Substituição da trajetória tecnológica

Fonte: GEELS; SCHOT, 2007a, p. 410

Os veículos elétricos são as novas apostas para o futuro próximo, mas sua consolidação apenas será viável com a diminuição de custos, com incentivos das instituições políticas, apoio dos consumidores e montadoras, e de impactos externos que acelerem o fomento na produção, distribuição e uso desse artefato tecnológico. Assim, sua inclusão depende das transformações dos mundos de possibilidades, a partir das mutações nas relações sociais reciprocamente, assim como refletidos nos artefatos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que o sistema capitalista, complexo e heterogêneo, é caracterizado pela sua estabilidade aparentemente estática, embora com conflitos que podem fragilizar sua estrutura, transformando-a. Atualmente, com as novas perspectivas sociais e ambientais sendo incluídas nas relações entre os agentes, o sistema capitalista se transforma e se adequa às novas demandas, restrições e infraestrutura disponível.

Considerando essa perspectiva pela ótica sociotécnica, compreendemos a coordenação dos agentes sociais incluídos no sistema que se relacionam e que também afetam os artefatos tecnológicos. Os artefatos também são institucionalizados e possuem o poder de restringir os agentes sociais em suas tomadas de decisão. Essa dinamização nas relações sociais, com características evolucionárias e institucionais, pode manter um sistema sociotécnico rígido e estável. Entretanto, essa afirmativa não é determinante, pois a complexidade dessas relações também desestabiliza a estrutura que sustenta o mecanismo das relações sociais e tecnológicas.

Portanto, vimos alguns dos condicionantes que estruturam o sistema sociotécnico, com o papel das instituições e regras, limitações nos artefatos e infraestrutura, além do ceticismo cultural e de valores ainda não adaptados às novidades tecnológicas. Assim, também compreendemos o contraposto, ou seja, os condicionantes que desestruturam o sistema sociotécnico, como as relações entre as organizações e instituições, como proposto por Douglass North, pelas pressões de seleção, característicos da economia evolucionária, além da perspectiva multinível que inclui em seu escopo de análise os nichos tecnológicos os regimes, e o panorama sociotécnico.

Entretanto, também estudamos a capacidade adaptativa do regime, a partir da adequação das novas requisições de mercado, das transformações das relações sociais. Pela ótica de Geels e Schot (2007a) entendemos os quatro processos de transformação e adaptação do regime aos impactos provocados pelo panorama refletido na emergência dos nichos, além da perspectiva de Smith e outros (2005) que retrata o comportamento *quase-evolutionary* entre as pressões de seleção e a capacidade adaptativa do regime.

Compreendendo essas análises no setor automotivo, compreendemos como se comportaram os nichos no período de constituição e consolidação do setor automotivo na virada do século XX. Além disso, entendemos como o regime dominante se consolidou a partir de agentes sociais que o agasalharam e o estabilizaram no mercado em detrimento das alternativas, como veículos elétricos e movidos a vapor. Vimos também, a partir da perspectiva sociotécnica, como os fatores externos, inclusos no panorama, estão pressionando transformações no regime e emergência de nichos tecnológicos. Os veículos elétricos ‘ensaia’ seu retorno a partir da difusão dos veículos híbridos que possuem motores convencionais movidos a combustão, auxiliados pelas baterias elétricas.

Entretanto, os veículos elétricos precisam de uma gama maior de fatores que os impulsionem ao regime sociotécnico no setor automotivo. Esses nichos ainda não estão consolidados e competitivos o bastante para alcançarem todos os mercados, todos os agentes sociais, sejam esses institucionais ou do mercado de consumo e de produção difundindo-se, portanto, como determinantes para responderem aos novos mundos de possibilidades que atualmente se transformam.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Judy; ANDERSON, Curtis. **Electric and hybrid cars: a history**. North Carolina: McFarland & Company, 2005. 189p.

BERKHOUT, Frans; SMITH, Adrian; STIRLING, Andy. Social technological regimes and transitions contexts. In: ELZEN Boelie; GEELS, Frank; GREEN, Ken. **System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy**. Camberley: Edward Elgar Publishing Limited, 2004. p. 48-75.

COASE, Ronald. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, v. 3, n. 1, p. 1-44, jan. 1960.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of determinants and directions of technological change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, jun. 1982.

ELZEN, Boelie; GEELS, Frank; GREEN, Ken. **System innovation and the transition to sustainability: theory evidence and policy**. Camberley: Edward Elgar Publishing, 2004, 315p.

FREEMAN, Christopher. The determinants of innovation: market demand, technology and social and the response to social problems. **Futures**, v. 11, n. 3, p. 206-215, jun. 1979.

FREEMAN, Christopher. Networks of innovations: a synthesis of research issues. **Research Policy**, v. 20, n. 5, p. 499-514, oct. 1991.

GEELS, Frank. Technological transitions as evolutionary reconfiguration policy: a multi-level perspective and a case study. **Research Policy**, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, dec. 2002.

GEELS, Frank. From sectoral systems of innovation to socio-technical: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, v. 33, n. 6-7, p. 897-920, sep. 2004a.

GEELS, Frank. The Dynamics of Transitions in Social-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 17, n. 4, p. 445-476, 2005.

GEELS, Frank; SCHOT, Johan Typology of sociotechnical transitions pathways. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 399-417, apr. 2007a.

GEELS, Frank; KEMP, René. Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies. **Technology in Society**, v. 29, n. 4, p. 441-455, nov. 2007b.

GEELS, Frank. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. **Research Policy**, v. 39, n. 4, p. 495-510, may. 2010.

GREEN, Ken; HULL, Richard; MCMEEKIN Andrew; WALSH, Vivien. The construction of the techno-economic: networks vs. paradigms. **Research Policy**, v. 28, n. 7, p. 777-792, sep. 1999.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna**. 5. ed. São Paulo: Loyola, 1992. 354p.

HARVEY, David. The nature of environment: the dialectics of social and environmental change. **Socialist Register**, v. 29, n. 1, p. 1-51. 1993.

HARVEY, David. **Espaços de Esperança**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2006a. 376p.

HARVEY, David. **Spaces of global capitalism: towards a theory of uneven geographical development**. New York: Verso, 2006b. 156p.

HEIDEGGER, Martin. The question concerning technology. In: HANKS Craig. **Technology and values: essential readings**. Iowa: Blackwell Publishing, 2010. p. 99-113.

LANDES, David. **Dinastias: esplendores e infortúnios das grandes famílias empresariais**. Rio de Janeiro: Campus, 2007. 376p.

KEMP, René; SCHOT, Elzen; HOOGMA, Remco. Regime shifts to sustainability through process of niche formation: the approach of strategic niche management. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 10, n. 2, p. 175-195, 1998.

MOWERY, David; NELSON, Richard; MARTIN, Ben R. Technology policy and global warming: why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). **Research Policy**, v. 39, n. 8, p. 183-197, oct. 2010.

NELSON, Richard; WINTER, Sidney. In search of useful innovation. **Research Policy**, v. 6, n. 1, p. 36-76, jan. 1977.

NELSON, Richard; WINTER, Sidney. **An evolutionary theory of economic change**. Massachusetts: Ballknapp Press, 1982. 440p.

NELSON, Richard; NELSON, Katherine. Technology, institutions and innovation systems. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 265-272, feb. 2002.

NELSON, Richard. What enables rapid economic progress: What are the needed institutions? **Research Policy**, v. 37, n. 1, p. 1-11, feb. 2008.

NORTH, Douglass. **Institutions, institutional change, and economic performance: political economy of institutions and decisions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 154p.

NORTH, Douglass. **Custos de transação, instituições e desempenho econômico**. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994. 38p.

NORTH, Douglass. Five propositions about institutional change. In: KNIGHT, Jack; SENED, Itai. **Explaining social changes**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1995. p. 15-26.

NORTH, Douglass. **Economics and cognitive science**. St. Louis: Washington University 1996. p. 1-5. Disponível em:

<<http://econ2.econ.iastate.edu/tesfatsi/North.EconCognition.pdf>> Acesso em: 09 jul. 2010.

RAUEN, Cristiane V.; VELHO, Léa. Integrando abordagens da economia e da sociologia em análises da produção tecnológica. **Revista Sociedade e Estado**, v. 25, n. 1, p. 71-92, jan. 2010.

RIP, Aire; KEMP, René. Technological change. In: RAYNER, Steve; MALONE, Elizabeth L. **Human choice and climate change**. Ohio: Battelle press, 1998. v. 2, p. 327-399.

SABEL, Charles F.; ZEITLIN, Jonathan. **World of possibilities: flexibility and mass production in western industrialization**. New York: Cambridge University Press, 2002. 510p.

SCHOT, Johan; HOOGMA, Remco; ELZEN, Boelie. Strategies for shifting technological systems: the case of the automobile system. **Futures**, v. 26, n. 10, p. 1060-1076, dec. 1994.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalism, socialism and democracy**. 3. ed. New York: Harper Torchbooks, 1962. 440p.

SMITH, Adrian; STIRLING, Andy; BERKHOUT, Frans. The governance of sustainable socio-technical transitions. **Research Policy**, v. 34, n. 10, p. 1491-1510, dec. 2005.

SMITH, Adrian; VOB, Jan-Peter; GRIN, John. Innovation studies and sustainability transitions: the allure of multi-level perspectives and its challenges. **Research Policy**, v. 39, n. 4, p. 435-448, may. 2010

SPERLING, Daniel; GORDON, Deborah. **Two billion cars: driving towards sustainability**. New York: Oxford University Press, 2009. 320p.

STRANDBERG, Gene. Technology, economics, and politics. **Journal of Industrial Technology**, v. 19, n. 2, p. 1-5, feb/mar. 2002.

WELLS, Christopher W. The Road of the model T: culture, road conditions, and innovation at the dawn of the American motor age. **Technology and Culture**, v. 48, n. 3, p. 497-523, jul. 2007.

WILLIAMS, Robin; EDGE, David. The Social Shaping of Technology. **Research Policy**, v. 25, n. 6, p. 856-899, sep. 1996.

WILLIAMSON, Oliver. Transaction costs economics: how it works; where it is headed. **De Economist**, v. 146, n. 1, p. 319-348, apr. 1998.

WILLIAMSON, Oliver. The new institutional economics: taking stock, looking ahead. **Journal of Economics Literature**, v. 38, n. 3, p. 595-613, sep. 2000.

WILLIAMSON, Oliver. The economics of governance. **The American Economic Review**, V. 25, n. 2, 2005, p. 1-18, summer. 2002.

WINNER, L. Do artifacts have politics? **Daedalus**, v. 109, n. 1, p. 121-136, winter. 1980.