

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FUNDAMENTOS PARA A PESQUISA EM TRANSPORTE:  
REFLEXÕES FILOSÓFICAS E CONTRIBUIÇÕES DA  
ONTOLOGIA DE BUNGE**

**MARCOS THADEU QUEIROZ MAGALHÃES**

**ORIENTADOR: JOAQUIM JOSÉ GUILHERME DE ARAGÃO**

**CO-ORIENTADOR: NELSON GONÇALVES GOMES**

**TESE DE DOUTORADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T.D-001A/2010**

**BRASÍLIA/DF: MARÇO – 2010**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FUNDAMENTOS PARA A PESQUISA EM TRANSPORTE:  
REFLEXÕES FILOSÓFICAS E CONTRIBUIÇÕES DA ONTOLOGIA  
DE BUNGE.**

**MARCOS THADEU QUEIROZ MAGALHÃES**

**TESE SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
TRANSPORTES.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Joaquim José Guilherme de Aragão, Dr.rer.pol (ENC-UnB) -  
(Orientador)**

---

**Prof. José Matsuo Shimoishi, PhD (ENC-UnB) - (Examinador Interno)**

---

**Profa. Yaeko Yamashita, PhD (ENC-UnB) - (Examinador Interno)**

---

**Prof. Hilton Ferreira Japiassu, PhD (IFCS-UFRJ)-(Examinador Externo)**

---

**Prof. Marcos Paraguassu de Arruda Câmara, PhD (FAU-UFBA) -  
(Examinador Externo)**

**BRASÍLIA/DF, 11 DE MARÇO DE 2010**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MAGALHÃES, MARCOS THADEU QUEIROZ

Fundamentos para a Pesquisa em Transporte: Reflexões filosóficas e a contribuição da ontologia de Bunge. [Distrito Federal] 2010.

xvii, 170p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Doutor, Transportes, 2010).

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Pesquisa em Transportes

2. Filosofia da Ciência

3. Ontologia

4. Programas de Pesquisa

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MAGALHÃES., M.T.Q. (2010). Fundamentos para a Pesquisa em Transportes: Reflexões filosóficas e a contribuição da ontologia de Bunge. Tese de Doutorado em Transportes, Publicação T.D-001A/2010, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 170p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Marcos Thadeu Queiroz Magalhães.

TÍTULO: Fundamentos para a Pesquisa em Transportes: Reflexões filosóficas e a contribuição da ontologia de Bunge.

GRAU: Doutor

ANO: 2010

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Marcos Thadeu Queiroz Magalhães

SQN 214, Bloco C, Ap.109 – Asa Norte – Brasília-DF – Cep: 70873-030

[thadillo@gmail.com](mailto:thadillo@gmail.com)

*“Uma mente que se abre a uma nova idéia  
jamais voltará a seu tamanho original”*

Albert Einstein (1879-1955)

## **DEDICATÓRIA**

A Deus. Aos meus pais,  
Ao meu pequeno Lipe-Lipe e  
à minha esposa Mariana, pela paciência e  
pela alegria que me dão.

## AGRADECIMENTOS

Escrever esta tese talvez tenha sido, em boa parte do tempo, o trabalho mais solitário que já enfrentei em minha vida. Para minha felicidade e sanidade, encontrei ao longo de minha caminhada pessoas que quebraram essa solidão, me ouviram, me inspiraram, me ofereceram um ponto de vista distinto. Mesmo podendo incorrer em injustiças, o que em meu coração não desejo, preciso agradecer nominalmente algumas pessoas sem as quais não poderia ter chegado ao final deste caminho. São elas:

- O Prof. Joaquim Aragão, meu orientador, que concordou em orientar uma tese tão distante de seu programa de trabalho;
- A Profa. Yaeko Yamashita, por ter acreditado tanto nos meus sonhos e propostas, pelo incentivo de buscar sempre a superação enquanto pesquisador e pessoa, pelo carinho e amizade, por ser, como minha própria mãe chama, a minha “mãe de Brasília”;
- O Prof. Nelson Gomes, meu co-orientador, pelos conselhos, por suas sugestões, pelas conversas inspiradoras e instigadoras, pela paixão que desenvolvi pelo estudo da lógica, e pelas lições sobre apreciar o mundo ao nosso redor, a beleza que existe nas pequenas coisas que muitas vezes ignoramos;
- Meu eterno professor e amigo, Marcos Paraguassu, por suas provocações, pelos desafios intelectuais, pelo exemplo de pessoa que é, pelas sempre boas conversas que temos e que me incentivam a crescer;
- O Prof. Paulo Cesar, pelo entusiasmo com que recebeu meu trabalho, pelo tempo que me concedeu, pelos incentivos, pelas contribuições e questionamentos, por me mostrar que devia ser mais flexível e moderado;
- O Prof. Mario Bunge, pelo trabalho que inspirou tudo o que fiz, e por ter dedicado parte de seu tempo para responder um completo estranho, que muitas vezes fazia perguntas tolas;
- O Prof. Michael Matthews, pela atenção que me deu e pela indicação da obra de Mario Bunge, até então por mim ignorada;

- O Prof. Mamede Lima-Marques que, sem dúvida, em seu trabalho na Ciência da Informação, inspirou muitos dos questionamentos que me moveram nesta tese;
- Ao amigo Julio Duarte, pelo suporte, por sua dedicação ao Programa de Pós-Graduação em Transportes.

Além dessa pessoas, gostaria de agradecer aos amigos e colegas que compartilharam suas vidas comigo ao longo desse tempo todo: Dandan Vader, Georgette, Victor Pavarino, Mônica Neves, Carlotinha, Renata e Fleming, Maluquete, Ernesto, Daniel Frog, Squid, Bronson, Judaz e Fred, Moniquita Mamosi, Leandro, Willer, Rodriguinho, Heider, Jú, Marcelo e Júlio.

Agradeço também aos professores do PPGT, pelas lições que me ofereceram neste período.

## RESUMO

### **Fundamentos para a Pesquisa em Transporte: Reflexões Filosóficas e Contribuições da Ontologia de Bunge.**

A pesquisa em Transportes, de maneira semelhante ao que ocorre com alguns outros campos de investigação, parece ter chegado a um ponto de relativa estagnação teórica. Os tímidos avanços teóricos observados desde a década de 70 indicam a necessidade de se refletir sobre os fundamentos e teorias da área. O presente trabalho convida o leitor para refletir sobre ciência, ontologia, a natureza do Transporte (enquanto fenômeno de investigação) com vistas à proposição de bases para um novo programa de pesquisa em transporte, multidisciplinar em sua base teórica e filosófica. Afirma-se o caráter intencional dos fenômenos de transporte, natureza essa que exige a devida reformulação e adequação das teorias e métodos atualmente utilizados, além de indicar uma linguagem fecunda para a formalização das idéias e conceitos sobre sistemas de transporte. Por fim, além de demonstrar simplificadaamente os modelos que a referida linguagem é capaz de produzir, faz-se uma comparação crítica entre os modelos produzidos por teorias “clássicas” da área de Transportes e, conclui-se com comentários e indicativos de futuras investigações.

## **ABSTRACT**

### **Fundamentals for Transportation Research: Philosophical Thoughts and the Contributions of Bunge's Ontology.**

Research in the field of Transportation seems to have reached a degenerative problems shift, likewise what's been happening in some other fields of scientific investigation. The too few theoretical advances observed since the 70's indicate the necessity of redirecting our attention to the foundations, fundamentals and theories of the field of Transportation research. Here, we invite the reader to reflect on science, ontology, the nature of Transport phenomena in order to propose the foundations of a new research programme in Transportation research. We assert the intentional nature of Transport phenomena, which requires both reformulation and compatibilization of current theory and methods, and a promising language for expressing and formalizing ideas and concepts on the subject. Finally, we demonstrate the models such language is capable of producing, compare it to the models produced by other accepted theories, and we conclude with comments and indicatives for further research.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>18</b>
1.1	O Problema.....	20
1.2	Justificativa.....	22
1.3	Objetivos .....	24
1.4	Benefícios Esperados .....	24
1.5	Observações sobre a estrutura e a forma de escrita da tese .....	25
<b>2</b>	<b>Ciência Empírica .....</b>	<b>27</b>
2.1	Palavras Iniciais .....	27
2.2	Duas Posições: o Empirismo e sua Crítica.....	28
2.3	Conhecimento: Senso Comum e Conhecimento Científico.....	31
2.4	O que é conhecimento objetivo? .....	34
2.5	O Trabalho da Ciência: Convencionalismo e Falseamento .....	36
2.6	Os Paradigmas como Orientadores da pesquisa científica: a visão de thomas kuhn.	38
2.7	Lakatos e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica .....	40
2.7.1	Posições sobre a racionalidade da ciência segundo Lakatos.....	41
2.7.2	A Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica.....	57
2.8	Breve Síntese .....	60
<b>3</b>	<b>Ontologia e o Trabalho Científico .....</b>	<b>62</b>
3.1	Palavras Iniciais .....	62
3.2	Metafísica e Ciência .....	62
3.3	Ontologia Científica.....	68
3.3.1	O Método da Ontologia Científica .....	69
3.4	O Trabalho da Ontologia .....	70
3.5	O ontológico enquanto distintivo e legitimador das Ciências .....	71
<b>4</b>	<b>A Metafísica de Bunge: Instrumento para a Reflexão Ontológica e construção e Reconstrução Racional de Teorias na pesquisa em transportes .....</b>	<b>74</b>
4.1	Palavras Iniciais .....	74
4.2	Noções de associação e composição. ....	74
4.3	propriedades e atributos .....	76
4.3.1	Diferença entre Propriedades e Atributos.....	76
4.3.2	Correspondência Atributo-Propriedade.....	77
4.3.3	Tipos de Propriedades .....	78

4.3.4	Dois postulados metodológicos sobre propriedades.....	78
<b>4.4</b>	<b>Bunge e a Visão de Sistema .....</b>	<b>81</b>
4.4.1	Conceito e Definição Geral de Sistema.....	82
4.4.2	Definição de Sistema Concreto por Bunge .....	84
4.4.3	Formalização das Características de Sistema Concreto por Bunge.....	85
4.4.4	Sobre o conhecimento exaustivo e mínimo de um Sistema .....	86
4.4.5	Sistemas abertos e fechados .....	87
4.4.6	Estrutura Interna, Externa e Espacial (Configuração).....	89
4.4.7	Subsistemas .....	90
4.4.8	Montagem e Emergência.....	92
4.4.9	Seleção.....	95
<b>4.5</b>	<b>Sistema Social (Sociedade Humana) .....</b>	<b>98</b>
4.5.1	Aspectos Gerais da Noção de Sistema Social .....	98
4.5.2	Característica de um Sistema Social (Sociedade Humana).....	100
4.5.3	F-setor.....	104
4.5.4	Tecnossistema.....	105
<b>5</b>	<b>Definição de Transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto de estudo da pesquisa em transporte .....</b>	<b>107</b>
<b>5.1</b>	<b>Palavras Iniciais .....</b>	<b>107</b>
<b>5.2</b>	<b>Levantamento de aspectos ligados ao vocábulo .....</b>	<b>108</b>
<b>5.3</b>	<b>Levantamento de definições em manuais especializados .....</b>	<b>108</b>
<b>5.4</b>	<b>Transporte e Ação Intencional .....</b>	<b>110</b>
5.4.1	Suporte para a Interpretação do Transporte enquanto Fenômeno Humano: Uma Leitura do Método da Pesquisa e Prática Tradicional em Transporte .....	111
<b>5.5</b>	<b>Analisando o Fenômeno Transporte: um modelo.....</b>	<b>113</b>
<b>5.6</b>	<b>Diferenciando o Transporte.....</b>	<b>115</b>
<b>5.7</b>	<b>Explorando as relações entre os elementos fundamentais do Transporte: a busca de pistas na compreensão do mecanismo .....</b>	<b>117</b>
<b>5.8</b>	<b>Um modelo caixa-preta do sistema de transporte.....</b>	<b>120</b>
<b>5.9</b>	<b>reflexão sobre a natureza da acessibilidade e mobilidade.....</b>	<b>121</b>
5.9.1	Formalização Geral da Acessibilidade .....	122
5.9.2	Formalização Geral da Mobilidade .....	123
<b>5.10</b>	<b>Comentários e observações .....</b>	<b>124</b>
<b>6</b>	<b>Análise Crítica das definições de sistema de transporte à luz da teoria ontológica dos sistemas de BUNGE .....</b>	<b>126</b>
<b>6.1</b>	<b>O Sistema de Transporte na visão de William W. Hay.....</b>	<b>126</b>

6.1.1	Definição geral de sistema.....	126
6.1.2	Natureza e supersistemas do sistema de transporte.....	126
6.1.3	A Visão de Hay sob o quadro Analítico de Bunge.....	127
<b>6.2</b>	<b>O Sistema de Transporte na visão Joseph Sussman.....</b>	<b>127</b>
6.2.1	Definição geral de sistema.....	127
6.2.2	Natureza e supersistemas do sistema de transporte.....	128
6.2.3	A Visão de Sussman sob o quadro Analítico de Bunge.....	128
<b>6.3</b>	<b>O Sistema de Transporte na visão de papacostas e prevedouros.....</b>	<b>129</b>
6.3.1	Definição geral de sistema.....	129
6.3.2	Natureza e supersistemas do sistema de transporte.....	130
6.3.3	A Visão de Papacostas&Prevedouros sob o quadro Analítico de Bunge.....	131
<b>6.4</b>	<b>O Sistema de Transporte na visão de MORLOK.....</b>	<b>132</b>
6.4.1	Definição geral de sistema.....	132
6.4.2	Natureza e supersistemas do sistema de transporte.....	132
6.4.3	A Visão de Morlok sob o quadro Analítico de Bunge.....	132
<b>6.5</b>	<b>Um resumo das visões estudadas e comentários.....</b>	<b>134</b>
<b>7</b>	<b>Um exemplo de uso da teoria: o sistema de transporte escolar rural.....</b>	<b>137</b>
<b>7.1</b>	<b>partido teórico para a reinterpretação dO transporte escolar RURAL: uma visão sistemista.....</b>	<b>137</b>
7.1.1	A Complexidade de uma Sociedade Humana.....	137
7.1.2	Alguns elementos analíticos.....	139
<b>7.2</b>	<b>Recursos metodológicos para organização e interpretação do material gerado pelas pesquisas de campo do Transporte Escolar Rural.....</b>	<b>139</b>
7.2.1	Delimitação do Foco: o Sistema Educacional, Sistema de Transporte e o Sistema de Transporte Escolar.....	140
7.2.2	Sistema de Transporte Escolar Rural: Primeiro Esboço de um Modelo “Caixa Preta”.	146
<b>7.3</b>	<b>Primeiro Experimento de Campo: a Caracterização do Transporte Escolar Rural em Alguns Municípios Brasileiros.....</b>	<b>147</b>
<b>7.4</b>	<b>Modelando o sistema de transporte escolar rural.....</b>	<b>149</b>
<b>7.5</b>	<b>Comparativos entre os modelos produzidos pelas teorias estudadas.....</b>	<b>153</b>
<b>7.6</b>	<b>Comentários e observações.....</b>	<b>157</b>
<b>8</b>	<b>Organizando a Pesquisa em Transportes: Estruturação de programas de pesquisa</b>	<b>159</b>
<b>8.1</b>	<b>Modelo para Estruturação de Programas de Pesquisa.....</b>	<b>159</b>
8.1.1	Delimitação do Objeto de Estudo.....	160

8.1.2	Delimitação das Fontes de Conhecimento do Programa.....	161
8.1.3	Propósito ou Finalidade da Linha de Pesquisa.....	162
8.1.4	Instrumentos e Técnicas Aceitas .....	162
8.1.5	Problemas em Aberto .....	163
<b>9</b>	<b>Conclusões. ....</b>	<b>164</b>

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Quadro Resumos das Correntes de Pensamento. Baseado em Lakatos (2001, p.37-38) .....	54
<b>Quadro 2:</b> Exemplo de interfaces que a pesquisa em Transportes precisa desenvolver com outros campos de investigação. ....	119
<b>Quadro 3:</b> Síntese das Visões de Sistema de Transporte Estudadas .....	134
<b>Quadro 4:</b> Quadro-Síntese do Modelo Mínimo de um Sistema de Transporte Escolar Rural .....	152
<b>Quadro 5:</b> O Modelo produzido segundo Teoria de Hay.....	154
<b>Quadro 6:</b> O Modelo produzido segundo Teoria de Sussman .....	155
<b>Quadro 7:</b> O Modelo produzido segundo Teoria de Papacostas&Prevedouros.....	156
<b>Quadro 8:</b> O Modelo produzido segundo Teoria de Morlok .....	156

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	“Um pato ou um coelho?” de J. Jastrow (1899) .....	29
<b>Figura 2:</b>	Ontologia Científica. Bunge (1977, p.7).....	68
<b>Figura 3:</b>	Elementos determinantes do fenômeno de Transporte. ....	114
<b>Figura 4:</b>	Taxonomia Simplificada dos Deslocamentos.....	116
<b>Figura 5:</b>	Relações entre os elementos fundamentais do Transporte e as propriedades fundamentais do Meio e do Objeto de Transporte. ....	118
<b>Figura 6:</b>	Modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte. ....	120
<b>Figura 7:</b>	Esquema dos principais subsistemas de uma sociedade humana (Bunge, 1979, p.203).....	141
<b>Figura 8:</b>	Esquema de inputs e outputs de um sistema cultural (Bunge, 1979, p.212) .....	142
<b>Figura 9:</b>	Posicionamento do Sistema Educacional. ....	142
<b>Figura 10:</b>	Sistema de Transporte de uma Sociedade Humana.....	143
<b>Figura 11:</b>	Sistema de Transporte de uma Sociedade Humana.....	144
<b>Figura 12:</b>	Localizando o Sistema de Transporte Escolar Rural dentre os principais subsistemas sociais. ....	145
<b>Figura 13:</b>	Modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte. Setas à esquerda indicam as entradas, as da direita indicam saídas e as do lado superior indicam relações com outros sistemas.....	146
<b>Figura 14:</b>	Modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte Escolar Rural.....	147
<b>Figura 15:</b>	Elementos para a Estruturação de Programas de Pesquisa.....	159

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

FD: Falsificacionismo Dogmático

FMI: Falsificacionismo Metodológico Ingênuo

FMS: Falsificacionismo Metodológico Sofisticado

$\square$ : Elemento Neutro

$2^A$ : Conjunto Potência de A

$\neg$ : Negação

$\wedge$ : Conjunção ('&', na notação de Bunge)

$\vee$ : Disjunção

$\rightarrow$ : Implicação (' $\Rightarrow$ ' na notação de Bunge)

$\leftrightarrow$ : Bicondicional (' $\Leftrightarrow$ ' na notação de Bunge)

iff: "Se, e somente se" – Bicondicional

$\exists$ : Quantificador Existencial

$\forall$ : Quantificador Universal

$\Theta$ : Conjunto de todas as coisas, ou indivíduos substanciais

$\mathbb{P}$ : Conjunto de todas as propriedades

$\sigma$ : Um sistema qualquer

$\mathcal{C}$ : Composição

$\mathcal{C}_A$ : A-Composição ou Composição Atômica

$\mathcal{E}$ : Ambiente

$\mathcal{E}_A$  : A-Ambiente ou Ambiente Atômico

$\mathcal{E}$  : Estrutura

$\mathcal{E}_A$  : A-Estrutura ou Estrutura Atômica

$\sqsubset$  : Símbolo da operação de composição entre indivíduos substanciais

$\in$  : Símbolo da relação de pertença

$\cap$  : Símbolo da operação de interseção entre conjuntos

$\cup$  : Símbolo da operação de união entre conjuntos

$\triangleright$  : Símbolo equivalente a ‘age, ou exerce ação, sobre’

$\mathbb{B}$  : Conjunto de todas as relações de conexão

$A_\sigma x$  : x tem acesso ao sistema  $\sigma$

$M_\sigma x$  : x é móvel sob o sistema  $\sigma$

# 1 INTRODUÇÃO

Todo desenvolvimento científico desenha sua história. Entretanto, essa história precisa ser sistematizada, registrada, contada. Nesse processo, a tradição de uma ou outra ciência ultrapassa a existência de seus pensadores e torna-se acessível a outras pessoas ao longo do tempo.

A ciência é uma construção coletiva, social. Tem envolvido o trabalho de inúmeros pensadores e pesquisadores, de forma ora articulada, ora desarticulada, mas com um propósito comum: o conhecimento para transformar a realidade humana no sentido desejado. Ou seja, a ciência tem algo que lhe é indissociável: seu caráter necessariamente prático, voltado para a realização dos projetos humanos e para conferir a humanidade do poder necessário para a realização de sua vontade (Morais, 2002, p.48-49).

O presente trabalho tem como objeto uma pequena fração deste projeto humano que se chama ciência, um ‘campo de estudos’ (utilizaremos por ora esse termo) que usualmente recebe alguns nomes diferentes, a saber: Engenharia dos Sistemas de Transporte, Engenharia dos Transportes, Transportes. Esse campo de estudos é recente, não tem mais de 70 anos, mas tem ganho crescente importância nos dias atuais por tratar de um fenômeno crucial para a sociedade contemporânea: os deslocamentos humanos.

Conforme propõe Lakatos (2001, p.53-55), programas de pesquisa podem evoluir de diferentes formas: quer cercados de “anomalias” (discrepâncias entre a teoria e as evidências empíricas), quer fundados em bases inconsistentes. Em estudo histórico de programas de pesquisa pode-se proceder em dois níveis: (i) fornecendo uma reconstrução racional; (ii) tentar comparar a reconstrução racional com a história corrente a fim de criticar a ausência de historicidade na reconstrução racional ou a ausência de racionalidade na história.

Além da visão de Lakatos, Popper e Kuhn também trazem reflexões sobre a evolução e progresso científico que têm grande valia na reflexão sobre os caminhos e características da atividade científica e que serão relevantes no desenvolvimento deste trabalho.

De um modo ou de outro, há um grande benefício nesta atividade de reflexão meta-científica (sobre a ciência): o escrutínio das bases e evolução da ciência, reflexão crítica

sobre seu desenvolvimento, análise e sistematização de teorias, crítica metodológica, dentre outras. Fazendo uso das palavras de Popper (2006, p.56), “o jogo da Ciência é, em princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem prova e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo”.

Para o avanço de qualquer campo científico é necessário, ainda, que os pesquisadores estejam dotados de instrumentos para a análise, crítica e reconhecimento de autênticas novidades teóricas/metodológicas que venham a ser propostas pela área. No atual contexto de produção científica globalizada, pode ocorrer, e efetivamente ocorre, diversos trabalhos que, deliberadamente ou não, apenas trazem velhas idéias usando novos termos. Esse tipo de situação, meras operações linguísticas, nada oferece ao avanço científico, apenas o atrasa pois fazem com que os pesquisadores desperdissem seu tempo apenas para descobrir, no final, que aquela proposta nada oferece de conteúdo adicional que possa efetivamente auxiliar no progresso de suas pesquisas.

Com o ‘Transporte’ (termo e grafia usados daqui em diante para se referir ao campo de estudos sobre transportes, engenharia de transporte, engenharia de sistemas de transportes) a questão é, também, válida. Ao afirmar seu caráter científico, afirmação essa demonstrada na proliferação de periódicos e congressos científicos sobre o assunto, o Transporte deve possuir as mesmas propriedades que são essenciais a qualquer campo científico. Entretanto, especificar que propriedades são essas não é algo trivial. Inclusive, é algo sobre o qual não há consenso. Assim sendo, cabe uma reflexão inicial sobre o que seja a ciência, seu método, para então analisar o campo de estudos em questão.

Tão central quanto a reflexão sobre a natureza da ciência, é a reflexão ontológica sobre o objeto da ciência. Apesar do discurso positivista sobre a inutilidade da metafísica (ontologia) à ciência, o pensamento mais recente sobre a ciência parece apontar justamente no sentido oposto (ver Kuhn, 2005; Popper, 2006; Lakatos, 2001; Fourez, 1995; Bunge, 1978 e Andler *et al*, 2005). O papel e lugar da ontologia na ciência será abordado com o devido cuidado no presente trabalho por se tratar de um ponto essencial para a delimitação e compreensão do objeto de estudo, inclusive para a devida crítica da adequação das presentes e futuras técnicas que venham a ser desenvolvidas para abordar o fenômeno.

Uma vez justificada a relevância da reflexão ontológica para a ciência e explicitados os instrumentos fundamentais, inicia-se o pensamento sobre Transportes. O que se busca é a

compreensão sobre a natureza do fenômeno, natureza essa capaz de conferir caráter distinto ao campo de estudos, além de oferecer um referencial para a crítica metodológica. Essa reflexão será auxiliada por um arcabouço filosófico-teórico escolhido por sua fecundidade para o tratamento dessa questão.

O que se busca, no final, é uma reconstrução racional que seja capaz de prover novas bases para novos programas de pesquisa. Acredita-se que isso seja capaz de impulsionar o desenvolvimento científico da área de forma sinérgica e, ao mesmo tempo, fomentar uma discussão que tem sido negligenciada: a ontologia e a metodologia da pesquisa em transportes.

Este trabalho não se propõe definitivo, mas apenas um primeiro passo nesse tipo de discussão em Transportes. Se bem sucedido, acredita-se que trará uma nova dinâmica para a pesquisa e desenvolvimento, bem como um grande auxílio no rigor e coerência científica.

## **1.1 O PROBLEMA**

Que acontece quando uma ciência trabalha alheia a si própria? Ou quando essa mesma ciência progride sem olhar ao seu redor? Como pode ser possível essa ciência requerer sua distinção e lugar no abrangente projeto humano?

Fourez (1995, p.134) observa que a abordagem do mundo por apenas uma disciplina é apenas capaz de prover uma visão parcial. Na *práxis* corrente, parte-se desse sentido: da disciplina específica para a compreensão do mundo. Mas ao adotar esse movimento, esquece-se que a divisão da ciência tem apenas sentido prático, para facilitar seu desenvolvimento. No fim, as diferentes disciplinas e campos de estudo formam o *corpus* de conhecimento da humanidade. É, portanto, fundamental para cada campo de estudos ter clareza de sua posição e papel no complexo sistema de produção científica, sob pena de prejudicar o diálogo e síntese dos diversos conhecimentos produzidos.

Para desenvolver essa compreensão é também necessário que cada campo de estudos tenha clareza de si próprio, de forma a organizar sua produção, frentes de trabalho, programas de pesquisa. Essa clareza é também necessária para que se tenha consciência de sua distinção das demais disciplinas e campos de estudo, e saiba como ela pode afetar o avanço de outras áreas de conhecimento, ou utilizar o que tem sido produzido nesses outros campos de forma coerente.

Aqui surge a necessidade de esclarecer qual a relevância disso para Transporte. Os aspectos aqui mencionados foram observados na análise de artigos científicos publicados nos Anais da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, bem como questões práticas, algumas delas derivada da própria vivência no setor de pesquisa em Transporte. São alguns desses aspectos:

- » incoerências internas, pouca clareza de seu objeto, objetivo, finalidade e de seus pressupostos epistemológicos e metodológicos;
- » evolução de temas, mas pouca clareza dos seus limites. Por exemplo, por que razão tráfego não é tratado dentro de planejamento? Ou ainda, há sobreposições entre o tema 'Planejamento de Transportes' de um lado e 'Logística' do outro? Quais os limites que cada um?;
- » pouca estruturação das iniciativas de pesquisa, caracterizando-se por sobreposições de produção, o descompromisso com o devido suporte teórico (quer para reafirmá-los, quer criticá-los de forma explícita). É reduzido o número de artigos no qual se pode acompanhar uma evolução coerente da pesquisa (considerando anais de diferentes anos, as citações e os pesquisadores envolvidos);
- » fundamentos são intuídos, pouco explícitos. Ou seja, as premissas para a argumentação dos trabalhos ficam ocultas, em geral não aparecendo claramente nos trabalhos científicos produzidos. É uma característica presentes em vários artigos consultados;
- » não é claro o papel do formal e empírico no desenvolvimento e prática científica em Transportes. Não se discerne se é um problema de cunho ontológico ou empírico;
- » generalizações inválidas, e pouca consciência das limitações epistemológicas de ferramentas como estatística;
- » toma-se apressadamente diversos elementos como dados, sem prévia crítica. Isso é possível de ser verificado em trabalhos que utilizam ferramentas de estatística (inclusive espacial) sem estar suficientemente apoiados na coerência da ferramenta em abordar o fenômeno de estudo;

- » a inconsciência sobre as implicações da adoção de cada referência bibliográfica ao desenvolvimento do trabalho, sendo geralmente responsável por falácias de argumentação (observe que essas falácias são, em sua maioria, não deliberadas);
- » confunde-se e “invade-se” outras ciências, ou seja, em algumas situações o que se pesquisa não é mais Transporte, mas outra coisa que muitas vezes pertence ao domínio de outra ciência. Por exemplo, quais os limites e relações entre Transporte e Urbanismo ou Planejamento Urbano;
- » dificuldade em afirmar, e justificar, aquilo que “é” e o que “não é” objeto de pesquisa em Transporte;
- » dificuldade em colocar problemas de pesquisa e problemas técnicos. A inexistência de um problema definido foi identificada em diversos artigos aceitos;
- » a teoria existente parece estar estagnada. Apesar de argumentos pela necessidade de reformulação da “visão de transporte”, a pesquisa teórica não tem conseguido escapar das limitações das teorias já consolidadas;
- » a dificuldade em se identificar claramente as contribuições que os novos trabalhos trazem; e, por fim,
- » uma estagnação teórica mascarada pela proliferação de novos termos que nada trazem além de confusão.

Essa tese é provocada pela inquietação causada por esses elementos.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Kuhn (2005) defende que a crise da ciência normal se dá no momento em que seus estudiosos perdem a confiança no paradigma que sustenta a prática científica. Situações desta natureza colocam a ciência num momento especial no qual ela tem que passar por transformações.

Como foi dito, Transporte e suas sub-áreas passam, em maior ou menor grau, por uma crítica de diversos “paradigmas”<sup>1</sup> que durante muitos anos, senão décadas, orientaram o desenvolvimento científico e a prática da ciência. No Planejamento, por exemplo, questiona-se o “modelo de quatro etapas”; na engenharia de tráfego, experimenta-se diversas ferramentas e outros modelos para micro-simulações, principalmente de fluxos de pedestres; de forma geral, reforça-se o caráter multidisciplinar da área de transportes. Por outras, questiona-se se Transporte é mesmo uma ciência.

Como foi afirmado anteriormente, uma característica inexpugnável da ciência é seu caráter crítico (Popper, 2006). Ciência é, antes de tudo, crítica consigo própria.

Diante dos aspectos mencionados, compreende-se que é necessário que Transporte revise seus fundamentos, reflita sobre seus métodos e suas aplicações. Isto não para recriar, ou abandonar tudo o que foi alcançado, mas para saber o que ainda tem sustentação ou não, e o que deve continuar a ser legado e sustentar a prática de milhares de pesquisadores e estudiosos, hoje e nos dias a seguir. A prática da ciência, o desenvolvimento de um programa de pesquisa, cujos fundamentos são implantados dentro de cada estudante desde os cursos introdutórios da área, acaba por tornar inconscientes seus fundamentos, tudo em prol do avanço científico. Não se questiona, se executa. Mas é necessário, e a ciência assim o exige, que se faça a sempre e constante crítica, cuja demanda cedo ou tarde se apresenta, tanto como fatos isolados e esporádicos (geralmente ignorados) como em formas mais fortes, nas crises que precedem as revoluções científicas.

Na prática, a necessidade uma nova visão para Transporte tem sido posta de forma cada vez mais firme. As linhas de pesquisa sobre transporte não-motorizado, sobre pedestres, pesquisas qualitativas, sobre as implicações entre transporte e desenvolvimento urbano são exemplos de que o paradigma vigente necessita ser revisto. O que se defende aqui é que a resposta para essas questões originam-se de uma crítica ontológica e da formulação de um programa de pesquisa.

---

<sup>1</sup> Fazemos referência ao termo paradigma apenas por seu poder ilustrativo. Como será visto, adotamos nesta tese outra linha de pensamento, que compreende a existência e convivência de diversos “paradigmas” simultaneamente, cada um alimentando um distinto programa de pesquisa.

### 1.3 OBJETIVOS

Diante das dúvidas cabíveis sobre a existência e legitimidade da afirmação do Transporte enquanto campo científico, este trabalho assume os seguintes objetivos:

» *Objetivo geral:*

- A reconstrução racional de fundamentos para o desenvolvimento de um programa de pesquisa Transportes.

» *Objetivos específicos:*

- Reflexão sobre a racionalidade científica e seleção de uma linha de pensamento para o desenvolvimento da pesquisa em transportes e estruturação de futuros programas de pesquisa;
- Estudo e seleção de ferramentas filosófico-teóricas para fundamentação e abordagem do objeto de estudo em transportes, bem como para a análise de novas teorias e proposições na área;
- Reflexão, utilizando a base filosófico-teórica assumida, sobre a natureza do Transporte e dos Sistemas de Transporte;
- Demonstração da aplicabilidade da teoria escolhida para análise e crítica de teorias sobre sistemas de transporte;
- Exemplificação da utilidade da teoria escolhida para a produção de novos modelos de sistema de transporte, bem como a comparação entre modelos que seriam produzidos tendo como base diferentes teorias.

### 1.4 BENEFÍCIOS ESPERADOS

Os desdobramentos produzidos pelo produto da tese ora proposta são diversos e profundos, ramificando sobre a prática científica, técnica e tecnológica, bem como sobre desenho de sistemas de informação e apoio à decisão.

Assim, podem ser vislumbradas aplicações em:

- » Definição e desenvolvimento de sistemas de informação em Transportes;

- » Difusão e organização da informação e conhecimento em Transportes;
- » Estruturação de disciplinas e cursos de graduação e pós-graduação em Transportes;
- » Estruturação de Fóruns, Linhas de Pesquisa e Projetos de Pesquisa;
- » Análise de trabalhos científicos (artigos, monografias, dissertações e teses);
- » Orientação da prática científica, dentre outros resultados.

Nota para o fato de que o produto desta tese é necessário, mas não suficiente, para dar conta de todas as demandas apresentadas pelas aplicações anteriormente mencionadas, uma vez que para preenchê-las a contento, é necessário conhecimento em profundidade tal que seria impossível de ser desenvolvido no escopo de um trabalho individual.

## **1.5 SOBRE A ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em nove capítulos, incluindo esta introdução. Nos próximos dois capítulos discutir-se-á a noção de ciência empírica e, principalmente, as noções de honestidade científica, e a importância e o papel da metafísica na ciência. Espera-se ao final dos referidos capítulos, indicar a linha de pensamento que será adotada para o desenvolvimento do restante do trabalho.

No capítulo 4, serão apresentados os principais conceitos, noções e instrumentos teóricos que, segundo nossa visão, são capazes de oferecer um fecundo suporte para a futura pesquisa em transportes. Esse arcabouço é a Teoria Ontológica de Mario Bunge, que oferece de forma bastante clara, concisa e sistemática elementos para análise de sistemas e que, no nosso caso, serão aplicados aos sistemas de transporte. Não serão esgotados, nesse capítulo, todos os elementos propostos por Bunge, mas tão somente aqueles que são mais úteis para o desenvolvimento do presente trabalho. Encorajamos o leitor no aprofundamento do extenso trabalho desenvolvido pelo filósofo.

Em seguida, no capítulo 5, tendo por base as ferramentas vistas no capítulo 4, proceder-se-á a uma reflexão sobre o transporte enquanto fenômeno a ser pesquisado e compreendido, bem como sistema de transporte, enquanto objeto da Engenharia de Transportes. Serão discutidos, para ambos, sua natureza, principais elementos analíticos e, quando necessário,

se tentará apresentar definições formalizadas para os principais conceitos, notadamente aqueles referentes a sistema de transporte.

O Capítulo 6 revisita, tendo como elemento guia a teoria adotada nesse trabalho, diversos autores da área de transporte. As diferentes teorias serão analisadas e comparadas, de forma a demonstrar a fecundidade da teoria de Bunge na análise e crítica de teorias sobre sistemas de transporte. Será possível ver, de forma concisa e clara, quais as diferenças entre o pensamento dos autores e, tendo em vista o referencial da teoria de sistema de Bunge, quais os aspectos que faltariam ser especificados.

Visto o pensamento dos diferentes autores, o Capítulo 7 apresenta um exemplo de como a teoria de sistema de Bunge pode oferecer um marco teórico para a sistematização e produção de modelos de transportes, mesmo quando desenvolvida sobre dados produzidos sob outro quadro teórico. Nesse sentido, será apresentada uma reinterpretação de dados de pesquisas já desenvolvidas, formulando um exemplo de modelo do sistema de transportes escolar rural. Esse exercício será bastante importante para o teste e identificação de dificuldades operacionais na aplicação da teoria de Bunge, aspectos esses que serão discutidos mais detidamente na conclusão do trabalho. Ainda nesse capítulo, serão comparados modelos produzidos pela teoria dos autores estudados no capítulo 6 com aquele produzido pela teoria adotada no desenvolvimento do nosso trabalho.

No capítulo 8, é proposto um método para a estruturação de programas de pesquisa, na esperança de que ele possa servir como um elemento para a consolidação e sistematização de experiências de investigação, indicando sua história, heurística negativa e positiva.

Por fim, são apresentadas as conclusões, comentários e indicativos para futuras investigações, aspectos esses que deverão compor um novo programa de pesquisa sobre a investigação e estudo do transporte e dos sistemas de transporte, disciplina básica para a formulação e atualização de cursos de Engenharia de Transportes.

## 2 CIÊNCIA EMPÍRICA

### 2.1 PALAVRAS INICIAIS

Esta Tese trata principalmente do desenvolvimento de um modelo ontológico para o desenvolvimento da prática científica em Transporte. Como foi visto no capítulo anterior, dentre os fatores motivadores deste trabalho estão as crescentes críticas aos modelos tradicionais de abordagem dos problemas de transporte, a parcialidade da abordagem dada aos problemas, a reivindicação de uma visão multidisciplinar, dentre outros fatores.

A área de pesquisa em transporte tem se desenvolvido, via de regra, segundo a visão dominante das ciências empíricas. Esta visão se caracteriza pela extremada importância dada às observações, que são tidas como as fontes primárias para a construção de teorias. Isto pode ser percebido na importância dada a trabalhos nos quais dados estatísticos são apresentados, e que, em geral, pouco se discute sobre o recorte dado à realidade.

Este trabalho propõe algo distinto. Aqui, se propõe um modelo ontológico, não “verificável” dentro dos critérios positivistas de ciência. Assim, se seguido o ponto de vista positivista, este trabalho não tem nenhuma validade para o desenvolvimento da ciência. No entanto, a visão positivista está longe de ser a única para a fundamentação da prática científica, e sobre ela existem diversos argumentos contrários (Lakatos, 2001; Popper, 2006; Chalmers, 1994; Fourez, 1995).

Portanto, com vistas a prover o devido suporte para esta tese, este capítulo aborda a ciência e a contribuição de elementos de ordem metafísica para o seu desenvolvimento. apresentando pensamentos que são bastante fecundos para o desenvolvimento da prática científica, e que podem ter grande valia para a prática científica em Transportes.

Para o desenvolvimento, utilizar-se-á, sempre que possível, contraposição entre diferentes linhas de pensamento, assumindo, por fim, uma posição própria, esta como síntese das linhas discutidas ou adoção de uma determinada corrente de pensamento. Outro ponto a destacar é que aqui se aborda questões das ciências empíricas, e não das formais (ex. matemática), dada a natureza do fenômeno Transporte, estudada no capítulo 4.

As escolhas aqui feitas serão pautadas numa atitude pragmática no que diz respeito à prática científica em Transporte. Agora, retomando a discussão prenunciada na introdução deste capítulo, cabe refletir sobre o tema da epistemologia do conhecimento científico.

## 2.2 DUAS POSIÇÕES: O EMPIRISMO E SUA CRÍTICA

Inicialmente, cabe explorar a visão positivista de ciência. Segundo esta visão,

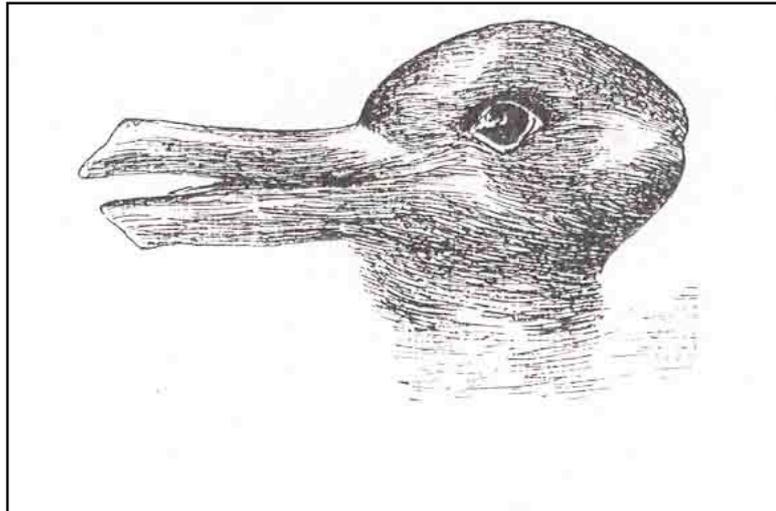
*as ciências partem da observação fiel da realidade. Na seqüência dessa observação, tiram-se as leis. Estas são então submetidas a verificações experimentais e, desse modo, postas à prova. Estas leis testadas são enfim inseridas em teorias que descrevem a realidade. (Fourez, 1995, p.38)*

Segundo esta definição o cientista partiria todo o seu trabalho de uma **observação fiel** da realidade. E aqui temos o primeiro ponto a ser explorado: a possibilidade desta observação fiel da realidade pelo cientista. Tome-se como “realidade”, para efeitos desta argumentação, tudo o que existe exterior a um sujeito cognoscente. Dentro desta acepção, a discussão sobre a observação fiel da realidade equivale à discussão sobre a possibilidade de conhecimento das coisas tal como são. Sobre isso, Kant (2004, p.30) escreveu:

*(...) a experiência é uma forma de conhecimento que exige o concurso do entendimento, cuja regra devo pressupor em mim antes de me serem dados os objetos, por conseqüência, antecipadamente e essa regra é expressa em conceitos a priori, pelos quais têm de se regular necessariamente todos os objetos da experiência e com os quais deve concordar. (Grifo nosso).*

Para Kant toda experiência é mediada por conceitos existentes a priori, que o sujeito já possui anteriormente à experiência. Neste sentido, não é possível conhecer as coisas tal como são, mas apenas suas aparências. E estas aparências decorrem de conceitos que o sujeito cognoscente atribui ao material proveniente das sensações e com os quais deve necessariamente concordar.

Um dos exemplos de como o sujeito tem participação ativa na organização do material dos sentidos decidindo o que é que ele está vendo dentre uma série de interpretações possíveis é o Pato (ou Coelho?) de J. Jastrow (Fourez, 1995, p.39).



**Figura 1:** “Um pato ou um coelho?” de J. Jastrow (1899)

Neste exemplo é possível perceber a participação ativa do sujeito em “moldar” o material proveniente das sensações dentro de modelos e conceitos pré-definidos. Aqui, o mesmo “input” sensorial pode ser interpretado de maneiras distintas: um pato ou um coelho.

Isto posto, retorna-se à questão: é possível uma observação fiel da realidade? Com o exemplo mostrado anteriormente, a resposta mais coerente seria a negativa. Com isso, o ideal positivista de uma ciência baseada em observações que mostrariam as coisas “tal como são” mostra-se impossível.

Outra crítica à posição positivista é que ela está fundamentalmente ligada ao problema da indução. Na medida em que parte da observação de eventos isolados para a formulação de leis gerais, ele apresenta uma inconsistência de ordem lógica, sobre a qual Popper (2006, p.28) escreveu:

*Muitas pessoas acreditam (...) que a verdade desses enunciados universais é “conhecida pela experiência”; contudo, está claro que a descrição de uma experiência - de uma observação ou do resultado de um experimento - só pode ser um enunciado singular e não um enunciado universal.*

Mas então, qual o contraponto a esta visão empirista da ciência? Uma visão possível é oferecida por Fourez (1995, p.66), na qual

*(...) a ciência surge como uma prática que substitui continuamente por outras as representações que se tinha do mundo. Aliás, começa-se a fazer ciência quando não se aceita mais a visão espontânea como absolutamente necessária, mas como uma interpretação útil em determinado momento. Os nossos modelos partem sempre de uma visão ligada à vida cotidiana, de uma visão espontânea, de viver, a uma cultura, a interesses, a uma multiplicidade de projetos.*

Esta visão rompe com a abordagem naturalista dos positivistas que, como foi visto, acredita que as leis propostas pela ciência mostram as coisas “tal como são”, já que estas decorreriam de uma “observação fiel da realidade”, que, como foi discutido, é bastante improvável de existir.

A visão sintetizada por Fourez é fundamentalmente construtivista, o que significa dizer que o conhecimento é construído, e não exclusivamente proveniente do mundo exterior e de maneira imediata. A observação é, antes de mais nada, uma interpretação. Sobre este processo, Fourez (1995, p.41-42) escreveu:

*O que confere uma impressão de imediatez à observação é que não se colocam de maneira alguma em questão as teorias que servem de base à interpretação; a observação é uma certa interpretação teórica não contestada. (...) Ao passo que, se, observando uma flor sobre minha escrivaninha, coloco em questão o meu conceito de “flor”, não terei mais o sentimento de observar, mas teorizar. Uma observação seria, portanto, uma maneira de olhar o mundo integrando-o à visão teórica mais antiga e aceita. É essa ausência de elemento teórico novo que dá o efeito “convencional” ou “cultural” da observação direta de um objeto. (...) Para dizê-lo ainda de outro modo, observar é fornecer um modelo teórico daquilo que se vê, utilizando as representações teóricas que se dispunha.*

No entanto, cabe uma ressalva. Apesar da crítica à linha positivista, não se exclui a importância da experiência para o programa da ciência. Ao propor a linha construtivista, não se exclui o necessário concurso dos modelos teóricos e o material proveniente dos sentidos (sensações). O que se questiona, sim, é a afirmação de que o conhecimento deriva apenas da experiência empírica (por indução).

A necessária contribuição da dimensão empírica na construção dos modelos usados na ciência está no reconhecimento de que eles partem de uma visão ligada à vida cotidiana. Equivale a dizer que a atividade científica parte do senso comum, mas não se restringe a ele. Pelo contrário, ela (a ciência) tenta sempre trazer novos modelos de interpretação quer para substituição daqueles providos pelo senso comum, quer para ampliar nossa compreensão sobre novos “fenômenos”.

### 2.3 CONHECIMENTO: SENSO COMUM E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Neste ponto, faz-se necessário distinguir “senso comum” de “conhecimento científico”, e “experiência” de “experimento”. Sobre a distinção entre experiência e experimento, Morais (2002, p.25) escreveu:

*experiência (...) é espontânea, acontece na vida sem nenhum planejamento. A vivência nos permite as percepções cotidianas ocasionais e daí se origina a “Experiência”. Já o experimento (ou experimentação) é aquilo que deve ocorrer segundo um plano de pesquisa. (...) Enquanto a experiência é a-metódica e assistemática, o experimento é metodicamente provocado e sistematicamente analisado.*

Estes dois conceitos são elementos-chave na distinção entre o senso comum e o conhecimento científico.

Antes de falar sobre a distinção entre o senso comum e o conhecimento científico, cabe falar sobre o que é o conhecimento. Sobre o conhecimento (geral), Hessen(1978, p.26-27) diz

*No conhecimento encontram-se frente a frente a consciência e o objecto, o sujeito e o objecto. O conhecimento apresenta-se como uma relação entre estes dois elementos, que nela permanecem eternamente separados um do outro. O dualismo sujeito e objecto pertence à essência do conhecimento.*

*Vista pelo lado do sujeito, esta apreensão apresenta-se como uma saída do sujeito para fora de sua própria esfera, uma invasão da esfera do objecto e uma recolha das propriedades deste. O objecto não é arrastado, mas permanece, sim, transcendente a ele. Não no objecto mas*

*sim no sujeito alguma coisa se altera em resultado da função do conhecimento. No sujeito surge algo que contém as propriedades do objecto, surge uma <<imagem>> do objecto.*

*Visto pelo lado do objeto, o conhecimento apresenta-se como uma transferência das propriedades do objecto para o sujeito. (...) O objecto é o determinante, o sujeito é o determinado. O conhecimento pode definir-se, por último, como uma determinação do sujeito pelo objecto. Mas o determinado não é o sujeito pura e simplesmente; mas apenas a imagem do objecto nele. Esta imagem é objectiva, na medida em que leva em si traços do objecto. (...) Constitui o instrumento pelo qual a consciência cognoscente apreende o seu objecto.*

Dito de forma resumida, o conhecimento seria, então, a imagem do objeto formada na consciência do sujeito. Mas é importante observar o carácter transcendente de ambos, o sujeito e objeto, na relação de conhecimento, sobre o qual Hessen (1978, p.29) adicionou:

*O sujeito e o objecto não se esgotam no seu ser de um para o outro, pois têm além disso um ser em si. Este consiste, para o objecto, naquilo que ainda existe de desconhecido nele. No sujeito encontra-se naquilo que ele é além de sujeito cognoscente. Pois, além de conhecer, o sujeito sente e quer.*

Cabe agora explorar os conceitos de senso comum e conhecimento científico. Sobre o primeiro, Cervo e Bervian (1973, p.16) explicam que:

*Pelo conhecimento empírico [senso comum], o homem simples conhece o fato e sua ordem aparente, tem explicações concernentes às razões de ser das coisas e dos homens e tudo isso obtido pelas experiências feitas ao acaso, sem método, e por investigações pessoais feitas ao sabor das circunstâncias da vida; ou então haurido no saber dos outros e nas tradições da coletividade; ou ainda, tirado da doutrina de uma religião positiva.*

Ainda, Nagel (*apud* Moraes, 2002, p.26-27) aponta as seguintes características do senso comum:

- Imprecisão e também aproximação de coisas e processos que são essencialmente diferentes;
- Utilização arbitrária de crenças. Havendo duas crenças incompatíveis para escolher, escolhe uma por preferência arbitrária;
- Fragmentariedade. A dificuldade do homem menos culto em atingir relações mais sutis faz com que ligações que existam entre enunciados independentes sejam habitualmente ignoradas. Daí um conhecimento partido, fragmentário;
- Certo grau de inconsciência do alcance e das conseqüências das aplicações daquilo que é seu saber;
- Miopia utilitarista, que reduz seu campo de reflexão só àquilo que é premente, que exige aplicação imediata;
- Costumes acrícos, que perturbam a análise mais consciente e produtiva.

O conhecimento científico, por sua vez, guarda semelhanças com o senso comum na medida em que guarda relação com aspectos cotidianos da vida humana, e necessária “verdade epistemológica” (ver Hessen,1978, p.29-30).

No entanto, enquanto o senso comum se forma e se sustenta numa atitude espontânea, a-metódica, e acríca, o conhecimento científico é fundado numa atitude crítica, metódica e planejada. Apesar de partir de motivações fundadas no senso comum, ele é construído sobre experimentos, e deve possuir necessária objetividade.

Sobre o conhecimento científico e o senso comum (ou conhecimento comum) Popper (2006, p.539) escreveu:

*(...) a maioria dos problemas relacionados com o desenvolvimento de nosso saber deve transcender, necessariamente, todo o estudo que se restrinja ao campo do conhecimento comum, visto como oposto ao conhecimento científico. Alias, a mais importante forma de desenvolvimento do conhecimento comum consiste, precisamente, em ele transformar-se em conhecimento científico. E ainda, parece indiscutível que o desenvolvimento do conhecimento científico é o exemplo mais notável e interessante de desenvolvimento do saber.*

A visão de Fourez discutida anteriormente se aproxima de Popper, no que diz respeito ao impulso original do desenvolvimento científico, partindo das representações existentes e as

substituindo gradativamente por novas representações. Nisso se aproxima também da concepção Popperiana de que o conhecimento comum é substituído pelo conhecimento científico.

Sobre a posição de Popper, cabe esclarecer que sua ênfase ao conhecimento científico decorre de sua idéia do processo científico, seu método, e critérios, desenvolvidos e argumentados em sua *Lógica da Pesquisa Científica* (Popper, 2006).

## **2.4 O QUE É CONHECIMENTO OBJETIVO?**

Antes de finalizar a caracterização do conhecimento científico, faz-se necessário discutir a idéia “objetividade”. Diz-se que a abordagem científica é “objetiva”, que o conhecimento científico é “objetivo”. O uso desta qualidade é feita, via de regra, em oposição a de “subjetivo”. Mas qual o limite entre o “objetivo” e o “subjetivo”?

O termo “subjetivo” refere-se a “aquilo que é próprio do sujeito”. Noções de gosto, preferência, opinião são exemplos do que correntemente se considera como subjetivos, ou particulares de um determinado sujeito. Conforme foi visto anteriormente, o conhecimento é uma representação que se tem da “realidade”, do mundo. Esta representação está no sujeito cognoscente e é uma mediadora de sua relação com o mundo a sua volta. E aqui surge o questionamento: uma vez que o conhecimento é uma representação que o sujeito cognoscente possui do objeto, ele não é, então, subjetivo? E se assim for, como é possível falar de objetividade do conhecimento?

Não há como negar a natureza subjetiva do conhecimento. A princípio, cada sujeito é capaz de produzir uma visão particular de mundo, de interpretação dos fenômenos. No entanto, não se pode negar também que partilhamos conhecimento, caso contrário seria impossível a compreensão de um texto, ou mesmo qualquer outra forma de comunicação. Isto é possível porque em certa medida partilhamos conhecimentos, códigos, conceitos e visões comuns. E é essa característica de partilhado e socialmente aceito que dá o caráter de objetividade ao conhecimento e o tira do fosso do puro solipsismo.

Assim, é a intersubjetividade de resultado e método que dá ao conhecimento científico sua objetividade.

Sobre a intersubjetividade e a objetividade, Popper (2006, p.46) escreveu:

*a objetividade dos enunciados científicos reside na circunstância de eles poderem ser intersubjetivamente submetidos a teste.*

Fourez (1995, p.47-52) também aborda esta questão. Sobre a objetividade e a intersubjetividade, ele argumenta:

*Os objetos não são dados “em si”, independentemente de todo contexto cultural. Contudo, não são construções subjetivas no sentido corrente da palavra, isto é, “individuais”: é justamente graças a uma maneira comum de vê-los e descrevê-los que os objetos são objetos. (...) Não posso descrever o mundo apenas com minha subjetividade; preciso inserir-me em algo mais vasto, uma instituição social, ou seja, uma visão organizada admitida comunitariamente. (...) O lugar da objetividade não é nem uma realidade-em-si, nem a subjetividade individual, mas a sociedade e suas convenções organizadas e instituídas.*

Nas passagens acima, Fourez traz um elemento novo, a sociedade, e a coloca enquanto “validador” do conhecimento, e nesta posição parece ter sido bastante influenciado por Kuhn (2005, p.221-227), na medida em que este traz a idéia da comunidade científica enquanto elemento intrínseco na evolução da ciência. No entanto, Fourez é omissivo sobre a questão da necessária verdade do conhecimento. Até este ponto, pode-se concluir que nenhum dos enfoques apresentados contradiz a posição de Hessen, que por sua vez, parece concordar com a posição de Kant. Pensar a objetividade como uma convenção, não invalida o caráter verdadeiro do conhecimento, uma vez que esta convenção se firma na necessária utilidade do conhecimento, por conseguinte, na sua verdade.

Ainda, retomando Hessen (1978, p.27) a objetividade se dá na medida em que a imagem (representação) leva em si traços do objeto. Ou seja, a verdade do conhecimento “deve se assentar na concordância da imagem com o objecto”. E acrescenta:

*Um conhecimento diz-se verdadeiro se seu conteúdo concorda com o objecto designado. O conceito de verdade é, assim, o conceito de uma relação. Exprime uma relação, a relação do conteúdo do pensamento, da imagem, com o objecto. Este objecto, por sua vez, não pode ser verdadeiro nem falso; encontra-se, de certo modo mais além da verdade e da falsidade. Uma representação inadequada pode ser, pelo contrário, absolutamente verdadeira. Pois, ainda que seja incompleta, pode ser*

*exacta, se os aspectos que contém existem realmente no objecto.*  
(Hessen,1978, p.30)

O interessante desta visão é que, concebendo desta forma, admite-se que existe conhecimento incompleto, o que não o invalida, como também abre a possibilidade de expansão do conhecimento, podendo este abarcar mais e mais aspectos do objeto. Ou seja, a idéia de avanço do conhecimento e ampliação do conhecimento são aqui filosoficamente fundadas.

## **2.5 O TRABALHO DA CIÊNCIA: CONVENCIONALISMO E FALSEAMENTO**

Em se falando do processo da ciência e como os paradigmas e conhecimentos são desenvolvidos e descartados podemos fazer referência a duas posições distintas.

A primeira, a linha de Kuhn (2005), entende que o trabalho dos cientistas na maior parte do tempo está voltada para a ampliação do alcance e aumento da exatidão de seus paradigmas, se esforçando sempre em contornar suas falhas de forma a mantê-lo válido, ou mesmo, restringindo-o por uma série de condições de contorno. Essa posição é explicitada, por exemplo, quando Kuhn (2005, p.44-45) afirma que

*Examinado de perto, seja historicamente, seja no laboratório contemporâneo, esse empreendimento parece ser uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites pré-estabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelo paradigma. A ciência normal não tem como objetivo trazer à tona novas espécies de fenômenos (...). A pesquisa científica normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos pelo paradigma.*

A segunda linha, que tem como grande pensador Popper (2006), entende que o trabalho do cientista consiste em conceber experimentos e formas de falsear enunciados. Fazendo isso, o cientista torna o conhecimento cada vez mais confiável e seguro. Isto fica evidente quando ele estabelece as “regras do jogo da ciência” (Popper, 2006, p.56)

*O jogo da Ciência é, em princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem prova, e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo.*

*Uma vez proposta e submetida à prova a hipótese e tendo ela comprovado suas qualidades, não se pode permitir seu afastamento sem “uma boa razão”. Uma “boa razão” será, por exemplo, sua substituição por outra hipótese, que resista melhor às provas, ou o falseamento de uma consequência da primeira hipótese.*

É evidente o antagonismo existente nestas duas posições. Apesar de não defender o “convencionalismo”, Popper (2006, p.84) reconhece que eles está presente na prática da ciência.

*A filosofia do convencionalismo é digna de grande crédito, pela maneira como ajudou a esclarecer as relações existentes entre teoria e experimento.*

Ponderando as duas posições, é possível encontrar em ambas aspectos positivos para o desenvolvimento da ciência. Se por um lado, o “convencionalismo” tende a ajustar os conhecimentos para que melhor representem a realidade, por outro ele mostra-se quase sempre reacionário às novidades, idéias estas que podem ser bastante fecundas. Sobre isso Popper (2006, p.84) escreveu:

*Sempre que o sistema “clássico” do dia for ameaçado pelos resultados de experimentos novos, passíveis de serem interpretados como falseamentos, segundo meu ponto de vista, o sistema permanecerá inabalado aos olhos do convencionalista. Ele afastará as incoerências que possam ter surgido, aludindo, talvez, ao fato de não dominarmos suficientemente o sistema. Ou eliminará as incoerências, sugerindo a adoção de certas hipóteses auxiliares ad hoc ou, talvez, de certas correções nos instrumentos de medida.*

Já a Lógica da Pesquisa de Popper (2006), se por um lado se mostra sempre crítica e rigorosa no que concerne à produção de conhecimento científico, por outro pode tender a um ceticismo exacerbado, ou mesmo a um jogo infrutífero de refutações de idéias que, se dadas o benefício da dúvida, poderiam ser mostrar bastante interessantes ao desenvolvimento científico num determinado campo de estudos. Sobre a rejeição de um modelo diante da experiência, Fourez (1995, p.74) escreveu:

*O fracasso de um modelo diante da experiência não implica automaticamente a sua rejeição.*

*Decidir que uma experiência é crucial é portanto introduzir um elemento voluntarista. Entende-se por isto que se está decidido, caso a experiência não dê os resultados esperados, a abandonar o modelo que se examinava.(...) É uma experiência estruturada em uma determinada teoria, e de modo tal que se considera que, se certos resultados não surgiram, a teoria deve ser abandonada.*

Como visto, ambas as linhas de pensamento buscam a melhoria do conhecimento científico, cada uma a seu modo, mas se tomadas de modo dogmático e exacerbado, podem produzir justamente o efeito oposto.

Aqui, a questão que acaba por se colocar é a de qual linha seguir, ou qual a posição mais coerente. Sobre isso, uma sugestão pode ser pensada: ambas, em moderação. Defender uma linha de pensamento, e desejar seu sucesso faz parte do trabalho da ciência, mas isso deve ser feito sempre com uma visão crítica, questionadora, coerente. Nada ganha a ciência quando se descarta ou se mascara evidências que poderiam falsear uma teoria. Mas nada se ganha também se, na primeira inconformidade, se descarta uma nova teoria ou idéia.

Mais adiante será discutido o pensamento de Imre Lakatos que advoga uma posição capaz de equacionar a questão do convencionalismo, da necessidade de demarcação da ciência e do falseamento de teorias. Por ora, cabe explorar um pouco mais o pensamento de Kuhn e a idéia de paradigma, que será interessante para entender melhor a proposta de Lakatos.

## **2.6 OS PARADIGMAS COMO ORIENTADORES DA PESQUISA CIENTÍFICA: A VISÃO DE THOMAS KUHN**

Até este ponto, se falou da existência de elementos mediadores da experiência, que não é crível a idéia de “observação fiel à realidade”, e que existem modelos que orientam e organizam todo o material proveniente do sentido de forma “inteligível”. Agora, cabe abordar mais detidamente o que seriam estes elementos no contexto da ciência.

Referente a isso, um dos conceitos mais conhecidos e discutidos é o de Paradigma, desenvolvido por Kuhn, sintetizado por Fourez (1995, p.117) como “o conjunto de regras e

representações mentais e culturais ligadas ao surgimento de uma disciplina científica”. Neste sentido, o paradigma se coloca como um orientador da prática científica, e seu caráter fundamental fica claro quando Kuhn (2005, p.49) escreve:

*Talvez não seja evidente que um paradigma é um pré-requisito para a descoberta de leis como essas [Lei de Boyle, Lei de Coulomb e a fórmula de Joule]. Ouvimos frequentemente dizer que elas são encontradas por meio do exame de medições empreendidas sem outro objetivo que a própria medida e sem compromissos teóricos. Mas a história não oferece nenhum respaldo para um método tão excessivamente baconiano. As experiências de Boyle não eram concebíveis (e se concebíveis teriam recebido uma outra interpretação ou mesmo nenhuma) até o momento que o ar foi reconhecido como um fluido elétrico ao qual poderiam ser aplicados todos os elaborados conceitos de hidrostática.*

Ainda sobre paradigmas, Kuhn (2006, p.66) coloca que:

*A existência dessa sólida rede de compromissos ou adesões - conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais - é fonte principal da metáfora que relaciona ciência normal à resolução de quebra-cabeças. Esses compromissos proporcionam ao praticante de uma especialidade amadurecida regras que lhe revelam a natureza do mundo e de sua ciência, permitindo-lhe assim concentrar-se com segurança nos problemas esotéricos definidos por tais regras e pelos conhecimentos existentes.*

E, no Posfácil de 1969 (Kuhn, 2005, p.220-221), ele esclarece que

*(...) O termo “paradigma” é usado em dois sentidos diferentes. De um lado, indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas etc., partilhadas por membros de uma comunidade determinada. De outro, denota um tipo de elemento dessa constelação: as soluções concretas de quebra-cabeças que, empregadas como modelos ou exemplos, podem substituir regras explícitas como base para a solução dos restantes quebra-cabeças da ciência normal. (...) Um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste de homens que partilham um paradigma.*

Considerando o papel dos paradigmas na ciência, Gigch (2003, p.501) defende que esses devem responder às seguintes questões:

- quais as principais fontes de conhecimento da disciplina?
- o que constitui o objeto de estudo de uma disciplina?
- quais as principais escolas de pensamento embasando a disciplina?
- quais são os principais propósitos da disciplina?
- quais os principais instrumentos (metodologias) usados pela disciplina e, por derivação, suas principais atividades?
- quais são as anomalias e problemas não resolvidos que a disciplina enfrenta?

Diante disso, entende-se que o paradigma influencia a prática científica: primeiro, definindo o que há para ser observado; segundo, a natureza dos objetos de interesse; terceiro, estabelecendo o método e instrumentos de observação aceitos dentro da comunidade, bem como a forma como interpretar estes materiais e medições. E, assim atuando, os paradigmas se colocam como estruturadores da atividade científica, definidores de uma comunidade científica e, também, como elementos prévios à experimentação.

Mas antes de prosseguir, cabe explorar uma outra visão: Lakatos e a metodologia dos programas de pesquisa científica.

## **2.7 LAKATOS E A METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA**

Além de Kuhn e Popper, Lakatos também desenvolve uma visão própria sobre o processo da pesquisa científica. Enquanto Kuhn fala da existência de paradigmas, Lakatos desenvolve seu ponto de vista sobre o que ele chama de programas de pesquisa. Mas, antes de apresentar sua metodologia dos programas de pesquisa, o autor discute algumas posições importantes sobre a natureza do conhecimento científico, sobre o problema da demarcação (o que é ou não ciência), e a “honestidade científica”. Os aspectos mais importantes dessa discussão são compilados a seguir e são importantes para que e possa, a

partir de uma visão crítica, formar uma posição própria sobre o tema, mesmo que isso signifique optar por uma linha já existente. Além disso, a discussão desse aspecto torna mais claro o desenvolvimento da posição de Lakatos sobre o progresso e desenvolvimento da ciência.

### **2.7.1 Posições sobre a racionalidade da ciência segundo Lakatos**

Lakatos faz uma reflexão sobre diferentes correntes de pensamento sobre ciência, a saber: o Justificacionismo (incluindo o Neo-Justificacionismo); o Falsificacionismo Ingênuo; e o Falsificacionismo Metodológico. Cada uma dessas posições é explicada a seguir.

#### **2.7.1.1. O Justificacionismo**

Para os justificacionistas, o conhecimento científico é formado de proposições provadas, e deduções lógicas estritas são capazes apenas de prover inferências (transmitir a verdade) mas não provar (estabelecer o valor de verdade) de uma proposição. Sobre as formas de estabelecer essa verdade, os justificacionistas discordam entre si, sendo possível indicar pelo menos duas correntes: os intelectualistas clássicos, que admitiam uma variedade de formas extra-lógicas de estabelecer provas, a exemplo de revelação, intuição intelectual, experiência; e, os empiristas clássicos admitiam como axiomas apenas um pequeno conjunto de ‘proposições factuais’ que expressava os ‘fatos brutos’.

Para essa linha de pensamento, segundo Lakatos (2001, p. 11),

*(...) A honestidade científica exigia que não se afirmasse nada que não estivesse provado.<sup>2</sup>*

Entretanto, essas linhas de pensamento, tanto o intelectualismo clássico como o empirismo clássico, foram derrubadas, ou pela geometria não-euclidiana e a física não-newtoniana (no caso dos intelectualistas, cuja principal vertente é a kantiana) – essa última, por exemplo, ao trazer a idéia de espaço-tempo se incompatibiliza com fundamentos cruciais da filosofia kantiana -, ou pela impossibilidade lógica de estabelecer uma base e pelos problemas da lógica indutivista – para maiores detalhes, ver o problema da indução (Popper, 2006, p.27

---

<sup>2</sup>“(...) scientific honesty demanded that one assert nothing that is unproven.”

e p.99). Lakatos (2001, p.11) afirma que, com base nesses contra-exemplos, todas as teorias são igualmente não-prováveis<sup>3</sup>.

Como reação, os justificacionistas tentaram um escape no probabilismo, admitindo que apesar de todas as teorias serem não-prováveis, elas teriam diferentes graus de probabilidade. Isso foi um artifício para evitar a conclusão de que toda ciência teórica é não-provável e, de acordo com os preceitos do justificacionismo anteriormente citados, mera ilusão e fraude. Nessa visão, conforme Lakatos (2001, p.11),

*a honestidade científica, então, passou a requerer menos do que se pensava: ela consiste em afirmar apenas teorias altamente prováveis; ou mesmo em meramente especificar, para cada teoria científica, a evidência e a probabilidade da teoria à luz dessa evidência.*<sup>4</sup>

Entretanto, Popper (2006, p.279) demonstra os problemas do probabilismo e afirma que todas as teorias, além de não-prováveis, são também improváveis<sup>5</sup>.

Diante das conseqüências negativas de tais conclusões, o falsificacionismo surge como uma alternativa para o pensamento racional.

#### 2.7.1.2. Falsificacionismo Dogmático

Seguindo o curso do texto de Lakatos (2001, p12), falar-se-á aqui inicialmente do chamado Falsificacionismo Dogmático (ou naturalista). Essa corrente de pensamento admite a falibilidade de todas as teorias científicas, sem distinção, mas mantém um tipo de idéia sobre uma base empírica infalível. Apesar de ser estritamente empirista, ela não é indutivista uma vez que nega que a exatidão da base empírica pode ser transmitida a teorias.

Os Falsificacionistas Dogmáticos reconhecem que todas as teorias são igualmente conjecturais. Apesar da ciência não poder provar as teorias, ela pode refuta-las. Eles admitem considerar como científicas não apenas aquelas proposições factuais provadas,

---

<sup>3</sup> Traduzido do inglês “unprovable”.

<sup>4</sup> “Scientific honesty then required less than had been thought: it consists in uttering only high probable theories; or even in merely specifying, for each scientific theory, the evidence, and the probability of the theory in the light of this evidence.”

<sup>5</sup> Traduzido do inglês “improbable”.

mas também aquelas proposições falseáveis. Proposições falseáveis são aquelas para as quais existem técnicas experimentais e matemáticas disponíveis as quais são capazes de prover enunciados que sejam “falseadores” potenciais. Nas palavras de Lakatos (2001, p.13),

*a honestidade científica consiste, então, em especificar previamente um experimento que caso seu resultado contradiga a teoria, essa teoria deve ser descartada*<sup>6</sup>.

Para essa linha o avanço da ciência ocorre pelo repetido descarte de teorias pela ajuda de “fatos base”.<sup>7</sup> Ou seja, ela avança através de especulações ousadas, que nunca são provadas nem tornadas prováveis, mas que, no entanto, alguma delas são eliminadas por refutações conclusivas e são, então, substituídas por outras especulações ousadas, novas e ainda não refutadas.

Ao primeiro instante, o Falsificacionismo Dogmático (FD) parece ser um opção interessante se comparado ao Justificacionismo, escapando, à primeira vista, dos problemas mais desconcertantes desta linha de pensamento. Entretanto, Lakatos (2001, p.14) afirma que o FD é indefensável por se fundamentar em duas assunções falsas e num critério estreito de demarcação entre o que é científico e não-científico.

A primeira assunção é de que existiria uma fronteira psicológica natural que separaria proposições teóricas ou especulativas de um lado e proposições factuais ou observacionais de outro. A principal objeção a esse ponto foi discutida no início deste capítulo, quando foi questionada a possibilidade de uma observação fiel dos fatos. Como foi visto, no processo de conhecimento a relação entre sujeito cognoscente e objeto de conhecimento é mediada. Complementando os pontos já discutidos, apontamos o seguinte trecho em Lakatos (2001, p.14-15):

*Galileu reivindicava que ele poderia “observar” montanhas na lua e manchas no sol e que essas “observações” refutariam a teoria aceita de que os corpos celestes são perfeitas bolas de cristal. Mas, suas “observações” não eram “observacionais” no sentido de serem*

---

<sup>6</sup> “Scientific honesty then consists of specifying, in advance, an experiment such that if the result contradicts the theory, the theory has to be given up.”

<sup>7</sup> Tradução de “hard facts”, do inglês.

*observadas imediatamente pelos sentidos: sua confiabilidade dependia da confiabilidade de seu telescópio – e a teoria óptica do telescópio – a qual foi questionada duramente por seus contemporâneos. Não foram as observações – puras e atóricas – de Galileu que confrontaram a teoria aristotélica mas sim as “observações” de Galileu à luz de sua teoria óptica que confrontaram as “observações” aristotélicas à luz de sua teorias dos céus.*<sup>8</sup>

e acrescenta

*(...)Para os empiristas clássicos, a mente correta é uma tabula rasa, desprovida de todo o seu conteúdo original, liberta de todo preconceito teórico. Mas o que transpira no trabalho de Kant e Popper – e do trabalho de psicólogos influenciados por eles – é que essa psicoterapia empirista nunca poderia ser bem sucedida. Pois não existem e não podem existir sensações desprovidas de expectativas e, portanto, não é há demarcação natural (por exemplo, psicológica) entre proposições observacionais e teóricas).*<sup>9</sup>

Ou seja, pelo que é argumentado acima, não é possível que exista uma demarcação natural entre proposições observacionais e teóricas, uma vez que as sensações são impregnadas por expectativas e, lembrando Fourez, por modelos. Assim sendo, a primeira assunção dos falsificacionistas dogmáticos é falsa.

A segunda assunção dos FD é a “doutrina da prova observacional”, segundo a qual se uma proposição satisfaz o critério psicológico de ser observacional ou factual, então ela é

---

<sup>8</sup> “Galileo claimed that he could ‘observe’ mountains on the moon and spots on the sun and that these ‘observations’ refuted the time-honoured theory that celestial bodies are faultless crystal balls. But his ‘observations’ were not ‘observational’ in the sense of being observed by the – unaided – senses: their reliability depended on the reliability of his telescope – and the optical theory of the telescope – which was violently questioned by his contemporaries. It was not Galileo’s – pure, untheoretical – observations that confronted Aristotelian theory but rather Galileo’s ‘observations’ in the light of his optical theory that confronted the Aristotelians’ ‘observations’ in the light of their theory of heavens.”

<sup>9</sup> “(...) for classical empiricists the right mind is a **tabula rasa**, emptied of all original content, freed from all prejudice of theory. But it transpires from the work of Kant and Popper – and from the work of psychologists influenced by them – that such empiricist psychotherapy can never succeed. For there are and can be no sensations unimpregnated by expectation and therefore **there is no natural (i.e. psychological) demarcation between observational and theoretical propositions.**”

verdadeira. Isso significa dizer que uma proposição foi provada por fatos (Lakatos, 2001, p.14).

Sobre essa assunção, Lakatos diz que

*O valor de verdade de proposições “observacionais” não podem ser indubitavelmente decididas: nenhuma proposição factual poderá ser provada de um experimento. Proposições podem apenas ser derivadas de outras proposições, elas não podem ser derivadas de fatos; ninguém pode provar enunciados a partir de experiências. (...).*

*Se proposições factuais são não-prováveis, então elas são falíveis. Se elas são falíveis, então choques entre proposições teóricas e factuais não são “falseamentos” mas meras inconsistências. Nossa imaginação pode desempenhar um papel maior na formulação de “teorias” que na formulação de “proposições factuais”, mas ambas são falíveis. Então, não podemos provar teorias e tampouco podemos “desprová-las”. A demarcação entre “teorias” não-provadas (fracas) e a “base empírica” provada (forte) é inexistente: todas as proposições na ciência são teóricas e, inevitavelmente, falíveis<sup>10</sup>.*

Sobre esse mesmo aspecto, Popper (2006, p.113) observa que

*Não tentamos , porém, justificar enunciados básicos através do recurso a essas experiências [perceptuais]. As experiências podem **motivar uma decisão** e, conseqüentemente, a aceitação ou rejeição de um enunciado, mas um enunciado básico não pode ver-se justificado por elas – não mais do que por um murro na mesa.*

---

<sup>10</sup> “(...) the truth-value of the ‘observational’ propositions cannot be indubitably decided: no factual proposition can ever be proved from an experiment. Propositions can only be derived from other propositions, they cannot be derived from facts; one cannot prove statements from experiences. (...) If factual propositions are unprovable then they are fallible. If they are fallible then clashes between theories and factual propositions are not ‘falsifications’ but merely inconsistencies. Our imaginations may play a greater role in the formulation of ‘theories’ than in the formulation of ‘factual propositions’, but they are both fallible. Thus we cannot prove theories and we cannot disprove them either. The demarcation between soft, unproven ‘theories’ and the hard, proven ‘empirical basis’ is non-existent: all propositions in science are theoretical and, incurably, fallible.”

Em suma, a segunda assunção dos FD não possui qualquer lastro lógico ou epistemológico. De fato, a lógica nos mostra que proposições são apenas provadas a partir de proposições (como nas demonstrações e nas deduções).

Por fim, sobre o critério de demarcação, para os FD são teorias científicas não apenas as proposições factuais provadas, mas também aquelas que podem ser falseadas, ou seja, “disprovadas”. No entanto, como aponta Lakatos (2001, p.19),

*se aceitarmos o critério de demarcação do falsificacionismo dogmático, e também a idéia de que fatos podem provar proposições “fatuais”, nós temos que declarar que as mais importantes, senão todas, teorias já propostas na história da ciência são metafísicas; que a maioria, senão o todo, dos programas aceitos é pseudo-progresso; que a maioria, senão o todo, do trabalho já conduzido é irracional.<sup>11</sup>*

Em outras palavras, esse critério de demarcação excluiria como científicas grande parte, senão a totalidade, das proposições já feitas no escopo da ciência. Por exemplo, as grandes teorias físicas, como a da relatividade seriam excluídas do status de ciência.

Nota se faz a essa passagem. A referência específica à metafísica deve ser tomada pelo ponto de vista do justificacionismo dogmático que a ela delega uma posição pejorativa de que pouco tem a contribuir à ciência. Essa também não é, aparentemente, a posição de Lakatos. Nossa posição aqui defendida é exatamente oposta a isso. Aqui, se busca fazer as pazes entre a metafísica e a ciência.

Concluindo, o reconhecimento de que não apenas as proposições teóricas mas todas as proposições na ciência são falíveis, significa o colapso de todas as formas de justificacionismo (incluindo-se aí o falsificacionismo dogmático) como teorias da racionalidade científica (Lakatos, 2001, p.19). Mas, então, como fundamentar a possibilidade de uma ciência empírica? O Falsificacionismo Metodológico, e suas correntes específicas, trouxeram algumas respostas.

---

<sup>11</sup> “If we accept the demarcation criterion of dogmatic falsificationism, and also the idea that facts can prove ‘factual’ propositions, we have to declare that the most important, if not all, theories ever proposed in the history of science are metaphysical, that most, if not all, of the accepted progress is pseudo-progress, that most, if not all, of the work done is irrational.”

### 2.7.1.3. O Falsificacionismo Metodológico Ingênuo (FMI)

O Falsificacionismo Metodológico é uma corrente do convencionalismo. Segundo Lakatos (2001, p.23)

*O falsificacionista metodológico compreende que nas “técnicas experimentais” dos cientistas estão envolvidas teorias falíveis, à luz das quais eles interpretam os fatos. Independentemente disso, eles aplicam essas teorias, as consideram no contexto dado não como teorias sob teste, mas como conhecimento de base, não problemático, os quais aceitamos com não problemático enquanto testamos a teoria. (...) O falsificacionista metodológico usa nossas mais bem sucedidas teorias como extensão de nossos sentidos e ampliam o alcance de teorias que podem ser aplicadas em teste muito além do que o falsificacionista consideraria como teorias estritamente observacionais<sup>12</sup>.*

Assim, entende-se que o FMI admite que nossas observações são instrumentalizadas por teorias, que não existe uma observação “fiel aos fatos”, como foi visto no início deste capítulo. Entende, ainda, que o experimentador postula uma série de enunciados, os quais não são postos a crítica, mas regulam como o experimento e o registro das sensações devem acontecer. Essa teoria é chamada por Lakatos de “teoria observacional”.

É importante notar que a decisão pela teoria observacional trata-se de uma convenção. Essas convenções são, via de regra, endossadas e institucionalizadas pela comunidade científica. É dessa forma que o FMI estabelece sua ‘base empírica’.

Entretanto, essa ‘base empírica’ em muito difere daquela dos justificacionistas. Enquanto que, para os justificacionistas (inclui-se aí os falsificacionistas dogmáticos), se a base empírica se choca contra uma teoria, esta está provada como falsa e deve ser descartada, para os falsificacionistas metodológicos ela pode ser chamada de “falseada”, mas não

---

<sup>12</sup> “The methodological falsificationist realizes that in the ‘experimental techniques’ of the scientists fallible theories are involved, in the ‘light’ of which he interprets the facts. In spite of this he ‘applies’ these theories, he regards them in the given context not as theories under test but unproblematic background knowledge ‘which we accept (tentatively) as unproblematic while we are testing the theory. (...) The methodological falsificationist uses our most successful theories as extensions of our senses and widens the range of theories which can be applied in testing far beyond the dogmatic falsificationist’s range of strictly observational theories.”

falseada no sentido de “provada falsa”<sup>13</sup>. De fato, para os falsificacionistas metodológicos a teoria falseada nesses termos pode ainda ser verdadeira. Portanto, seguir como agiria um justificacionistas poderia significar abandonar uma teoria verdadeira em favor de uma falsa.

Sendo assim, os FMI entendem que se quisermos compatibilizar o falibilismo com a racionalidade, faz-se necessária uma forma de eliminar teorias (Lakatos, 2001, p.24). Nesse sentido, o FMI propõe algumas decisões de demarcação.

A primeira decisão é a eliminação daquelas teorias falseadas, apesar do risco de eliminação de uma teoria verdadeira no processo. A eliminação deve ser metodologicamente conclusiva, normalmente considerando um teste intersubjetivo como o falsificador final.

A segunda é a separação entre rejeição e “prova de falsidade”<sup>14</sup>.

*(...) apenas aquelas teorias – quais sejam, proposições não-observacionais - que proibem certo estado de coisas observável e, portanto, podem ser “falseadas” e rejeitadas, são “científicas”: ou seja, uma teoria é “científica” (ou “aceitável”) se ela tem “base empírica”<sup>15</sup>.*

Esse critério de demarcação é obviamente mais liberal que os anteriores e permite que muito mais teorias se qualifiquem como científicas. Nota para o fato de que existe grande diferença entre essa posição e a justificacionista. Enquanto, o último diz que teorias científicas são aquelas provadas pela base empírica, o outro diz que científicas são as teorias que têm uma base empírica, ou seja, uma correspondência com a realidade, mesmo que, como vimos, essa seja mediada por “teorias observacionais”.

A terceira decisão é que as teorias probabilísticas são passíveis de serem tornadas falseáveis através de algumas regras de rejeição que permitiriam tornar evidências interpretadas estatisticamente como ‘inconsistentes’ com a teoria probabilística. Lakatos

---

<sup>13</sup> A expressão foi usada como tradução livre do termo “disproved” do inglês.

<sup>14</sup> Tradução livre de “disproof”, termo do inglês.

<sup>15</sup> “(...) only those theories – that is, non-‘observational’ propositions – which forbid certain ‘observable’ states of affairs, and therefore may be ‘falsified’ and rejected, are ‘scientific’: or, briefly, a theory is ‘scientific’ (or ‘acceptable’) if it has an ‘empirical basis’.”

(2001, p. 25) comenta que essa linha serviu de filosofia para avanços bastante interessantes da estatística moderna.

A quarta decisão aborda o caso de teorias com cláusulas *ceteris paribus*. O FM estabelece que ao testar uma teoria juntamente com esse tipo de cláusulas e descobrir que essa conjunção foi refutada, o cientista precisa **decidir** se considera essa refutação como também a refutação da teoria específica. Para Lakatos (2001, p.26), isso acontecerá apenas se o cientista tiver a cláusula *ceteris paribus* bem corroborada.

A quinta decisão se refere a como selecionar teorias. Toda teoria “sintaticamente metafísica” (ex. Proposições na forma “todo-algum”, ou aquelas puramente existenciais)<sup>16</sup>, pelo fato de sua forma lógica não admitir falsificadores potenciais espaço e temporalmente singulares, devem se excluídas.

Apesar dos méritos dessa corrente de pensamento, Lakatos (2001, p.28-31) aponta algumas limitações. Dentre elas, pode-se citar: (i) o risco das decisões, característica do convencionalismo, que pode levar a resultados desastrosos; (ii) não dispõe de um meio para julgar o incremento ou redução de verossimilitude entre sucessivas teorias; (iii) essa corrente não reconhece o fato, historicamente registrado, de teóricos questionarem o resultado de experimentos, transformando o que antes era um falsificador numa bem sucedida corroboração da teoria.

Lakatos (2001, p.31) observa ainda que tanto o Falsificacionismo Dogmático, quanto o Falsificacionismo Metodológico Ingênuo seguem as seguintes teses:

*(1) um teste é – ou precisa vir a ser – uma luta entre a teoria e o experimento, de tal forma que no confronto final apenas esses dois adversários encaram um ao outro; (2) o único resultado interessante desse confronto é o falseamento (conclusivo): “as únicas descobertas genuínas são as refutações de hipóteses científicas”<sup>17</sup>.*

---

<sup>16</sup> Lakatos cita como exemplo enunciados como “Todo metal tem um solvente” -  $\forall x \exists y (Mx \wedge Syx)$  - e, “Existe uma substância que pode transformar todo metal em ouro” -  $\exists x Px$ .

<sup>17</sup> “(1) a test is – or must be made – a two-cornered fight between theory and experiment so that in the final confrontation only these two face each other; and (2) the only interesting outcome of such confrontation is (conclusive) falsification: [the only genuine]discoveries are refutations of scientific hypotheses”

E, em seguida, afirma que a

*(...) a história da ciência aponta que (1) os testes são – pelo menos – uma luta entre teorias rivais e um experimento, e (2) alguns dos mais interessantes experimentos resultam, prima facie, na confirmação ao invés de falseamento.<sup>18</sup>*

Essas duas últimas teses são desenvolvidas na proposta do Falsificacionismo Metodológico Sofisticado (FMS), cuja posição é apresentada a seguir.

#### 2.7.1.4. O Falsificacionismo Metodológico Sofisticado: A Proposta de Lakatos para a Racionalidade da Ciência e a Compatibilização com o Falibilismo das Teorias Científicas.

O Falsificacionismo Metodológico Sofisticado (FMS) difere do Ingênuo (FMI) tanto nas regras de aceitação (critério de demarcação) quanto nas regras de falsificação ou eliminação.

Segundo Lakatos (2001, p. 31-32),

*Para o falsificacionista sofisticado, uma teoria é “aceitável” ou “científica” apenas se ela tem corroborado conteúdo empírico adicional sobre as suas predecessoras (ou rivais), ou seja, se ela conduz à descoberta de fatos novos. Esta condição pode ser decomposta em duas partes: se a nova teoria tem conteúdo empírico adicional (“aceitabilidade 1”) e que esse conteúdo empírico adicional seja verificado (“aceitabilidade 2”). A primeira parte pode ser verificada instantaneamente por análise lógica; a segunda pode apenas ser verificada empiricamente e isso pode levar um tempo indefinido.<sup>19</sup>*

---

<sup>18</sup> “(...) history of science suggests that (1) tests are – at least – three-cornered fights between rival theories and experiment and (2) some of the most interesting experiments result, prima facie, in confirmation rather than falsification.

<sup>19</sup> “For the sophisticated falsificationist a theory is ‘acceptable’ or ‘scientific’ only if it has corroborated excess empirical content over its predecessors (or rival), that is, only if it leads to the discovery of novel facts. This condition can be analyzed into two clauses: that the new theory has excess empirical content (‘acceptability1’) and that some of this excess content is verified (‘acceptability2’). The first clause can be checked instantly by a prior logical analysis; the second can be checked only empirically and this may take an indefinite time.”

Tão importante quanto esses critérios, é o critério de falseamento da teoria. Diferentemente de todas as outras correntes anteriores, o FMS entende que uma teoria T está falseada se, e somente se, existe outra teoria T' que a supera. Nas palavras de Lakatos (2001, p.32),

*Uma teoria científica T é falseada se, e somente se, uma outra teoria T' tenha sido proposta com as seguintes características: (1) T' tem conteúdo empírico adicional em relação a T: ou seja, ela prediz fatos novos, fatos improváveis – ou mesmo proibidos – à luz de T; (2) T' explica todo o sucesso de T, ou seja, todo o conteúdo não refutado de T está incluso (dentro dos limites de erro observacional) no conteúdo de T'; (3) algum conteúdo adicional de T' foi corroborado<sup>20</sup>.*

Mas Lakatos (2001, p.32) chama a atenção que, segundo a descoberta metodológica dos convencionalistas, nenhum resultado experimental é capaz de eliminar uma teoria: toda teoria pode ser salva com contra-exemplos providos não apenas por hipóteses auxiliares como também por uma adequada reinterpretação de seus termos. Apesar dos falsificacionistas ingênuos terem resolvido essa questão utilizando o recurso de relegar as hipóteses alternativas para um pano de fundo não-problemático e isolando, assim, a teoria sobre crítica, ainda persiste o problema de determinar quando um ajuste na teoria é científico ou não-científico.

Para solucionar essa questão, Lakatos sugere, de início, considerar não teorias isoladas mas séries de teorias. Assim, seria possível vislumbrar que mudanças uma teoria traria em relação a uma série de outras teorias existentes. Nesse contexto, ele coloca duas idéias centrais: a de *mudança teoricamente progressiva*<sup>21</sup> e a de *mudança empiricamente progressiva*<sup>22</sup> proporcionada por uma teoria.

*Podemos dizer que uma série de teorias é teoricamente progressiva (ou “constitui uma mudança teórica progressiva”) se cada nova teoria tiver algum conteúdo empírico adicional em relação a seu predecessor, ou seja, se ela prediz alguma novidade, ou fato até então inesperado.*

---

<sup>20</sup> “A scientific theory T is **falsified** if and only if another theory T' has been proposed with the following characteristics: (1) T' has excess empirical content over T: that is, it predicts **novel** facts, that is, facts improbable in the light of, or even forbidden, by T; (2) T' explains the previous success of T, that is, all unrefuted content of T is included (within the limits of observational error) in the content of T'; and (3) some of the excess content of T' is corroborated. “

<sup>21</sup> Tradução livre de “theoretically progressive problemshift”, do inglês.

<sup>22</sup> Tradução livre de “empirically progressive problemshift”, do inglês.

*Dizemos que uma série teoricamente progressiva de teorias é também empiricamente progressiva (ou que “constitui uma mudança empiricamente progressiva”) se algum conteúdo empírico adicional for também corroborado, ou seja, cada nova teoria nos conduz verdadeiramente à descoberta de algum fato novo. Finalmente, dizemos que uma mudança é progressiva se ela é progressiva tanto teoricamente quanto empiricamente, e degenerativa se não o é (Lakatos, 2001, p.34)<sup>23</sup>.*

Sobre o critério de demarcação e a idéia de progresso, ele estabelece que

*Nós “aceitamos” mudanças como científicas apenas se são ao menos teoricamente progressivas; se não o são, nós as rejeitamos como “pseudocientíficas”. O progresso é medido pelo quanto uma mudança é progressiva, pelo quanto a série de teorias nos conduz à descoberta de fatos novos (Lakatos, 2001, p.34)<sup>24</sup>.*

E, especialmente sobre o processo de falsificação, Lakatos explica que

*Nós consideramos uma teoria, de uma série de teorias, “falseada” quando ela é superada por uma teoria de maior conteúdo corroborado. (...) Um dado fato é explicado cientificamente apenas se um novo fato é também explicado. (...) Nenhum experimento, relatório experimental, enunciado observacional ou hipótese falseadora fundamental pode nos levar ao falseamento. Não há falseamento antes da emergência de uma teoria melhor. (...) Se o falseamento depende da emergência de teorias melhores, na invenção de teorias que antecipam fatos novos, então, o falseamento não é simplesmente uma relação entre uma teoria e a base empírica, mas uma relação múltipla entre teorias rivais, a base empírica*

---

<sup>23</sup> “Let us say that such a series of theories is **theoretically progressive** (or ‘constitutes a theoretically progressive problemshift’) if each new theory has some excess empirical content over its predecessor, that is, if it predicts some novel, hitherto unexpected fact. Let us say that a theoretically progressive series of theories is also **empirically progressive** (or ‘constitutes an empirically progressive problemshift’) if some of this excess empirical content is also corroborated, that is, if each new theory lead us to the actual discovery of some new fact. Finally, let us call a problemshift **progressive** if it is both theoretically and empirically progressive, and **degenerating** if it is not.”

<sup>24</sup> “We ‘accept’ problemshifts as ‘scientific’ only if they are at least theoretically progressive; if they are not, we ‘reject’ them as ‘pseudoscientific’. Progress is measured by the degree to which a problemshift is progressive, by the degree to which the series of theories lead us to the discovery of novel facts.”

*original, e o crescimento empírico resultante da competição (Lakatos, 2001, p.35).<sup>25</sup>*

Essa passagem é interessante pois, como pode ser visto, o critério de falseamento de uma teoria, para o FMS, requer a existência de outra que a supere. Não está, portanto, vinculado estritamente a um experimento crucial, ou mesmo à prova pelos fatos. Lakatos ainda destaca que não faz sentido chamar uma teoria de científica ou não: somente conjuntos de teorias podem ser assim predicados.

A adoção dessa linha exige ou um abandono do termo contra-evidência, ou uma revisão da semântica deste, passando a representar outra idéia.

*O próprio termo “contraevidência” precisa ser abandonado no sentido que nenhum resultado de experimento deve ser interpretado diretamente como “contraevidência”. (...) Nós temos que redefiní-lo da seguinte forma: “contraevidência” de T1 é uma instância corroboradora de T2, a qual é tanto inconsistente ou independente de T1 (...). Isso mostra que “contraevidências cruciais” ou “experimentos cruciais” podem ser reconhecidos como tais em meio ao grupo de anomalias apenas num segundo momento, à luz de alguma nova teoria.*

*Então, o elemento crucial no falseamento é se a nova teoria oferece alguma informação nova ou adicional, se comparada com sua predecessora e, se algum desse conteúdo adicional é corroborado. (...) Não nos interessa mais as milhares de instâncias verificadoras triviais, nem as centenas de anomalias disponíveis: as poucas instâncias corroboradoras do conteúdo adicional é que são decisivas. (Lakatos, 2001, p.35-36)<sup>26</sup>.*

---

<sup>25</sup> “We regard a theory in the series ‘falsified’ when it is superseded by a theory with higher corroborated content. (...) A given fact is explained scientifically only if a new fact is also explained with it. (...) No experiment, experimental report, observation statement or well-corroborated low-level falsifying hypothesis alone can lead to falsification. There is no falsification before the emergence of a better theory. (...) If falsification depends on the emergence of better theories, on the invention of theories which anticipate new facts, then falsification is not simply a relation between a theory and the empirical basis, but a multiple relation between competing theories, the original ‘empirical basis’, and the empirical growth resulting from the competition.”

<sup>26</sup> “The very term ‘counterevidence’ has to be abandoned in the sense that no experiment result must be interpreted directly as ‘counterevidence’. (...) We have to redefine it like this: ‘counterevidence’ to T1 is a corroborating instance to

Essa posição rompe tanto com os Justificacionistas quanto com os Falsificacionistas Ingênuos na medida em que reinterpreta a idéia de prova (confirmação) e refutação. Como foi visto na passagem anterior, o que importa não são quantas evidências existam corroborando uma teoria, ou quantas anomalias existam para refutá-la, mas sim, que evidências existem que corroboram o incremento de conteúdo empírico de uma nova teoria (ou conjunto de teorias) sobre outra (ou outras). É, portanto, uma posição claramente dissonante da visão justificacionista e da do FMI, mas que traz consequências bastante interessantes para compreender e orientar a racionalidade científica.

Resumindo as posições de cada corrente analisada por Lakatos, temos o seguinte quadro no qual relacionamos a corrente e a respectiva posição quanto à honestidade científica além de incluir como cada corrente entende que se dê o aprendizado sobre uma teoria.

**Quadro 1:** Quadro Resumos das Correntes de Pensamento. Baseado em Lakatos (2001, p.37-38)

Corrente de Pensamento	Posição sobre honestidade científica	Aprendizado sobre uma teoria
Justificacionistas	Aceitação apenas daquilo que for provado e rejeição do que não o for.	O aprendizado sobre uma teoria se dá pelo acúmulo de evidências que confirmem essa teoria. Sobre teorias refutadas nada se aprende, já que nenhuma evidência pode ser encontrada.
Neo-Justificacionistas	Semelhante ao Justificacionista, mas admite a especificação da probabilidade de uma hipótese à luz das evidências correspondentes.	A mesma posição dos Justificacionistas.
Falsificacionismo Ingênuo	Teste do que for falseável, rejeição do que não for falseável e daquilo que tiver sido falseado.	Aprender sobre uma teoria é saber se ela está refutada ou não. Sobre teorias confirmadas não se aprende nada (já que nenhuma teoria pode ser provada), e sobre teorias refutadas se

T2 which is either inconsistent or independent of T1 (...). This shows that ‘crucial counterevidence’ – or ‘crucial experiments’- can be recognized as such among the scores of anomalies only with hindsight, in the light of some superseding theory. Thus, the crucial element in falsification is whether the new theory offers any novel, excess information compared with its predecessor and whether some of this excess information is corroborated.(...) We are no longer interested in the thousands of trivial verifying instances nor in the hundreds of readily available anomalies: the few excess-verifying instances are decisive.”

		aprende se ela foi “disprovada”.
<b>Falsificacionismo Sofisticado</b>	Exige que o cientista tente abordar as coisas por diferentes pontos de vista, adiante novas teorias que antecipem fatos novos, e rejeite teorias que tenham sido superadas por outras mais “poderosas”.	Aprender sobre uma teoria é aprender sobre os novos fatos que ela antecipa, ou revela. A única evidência relevante é aquela antecipada por uma teoria, e o caráter científico (conteúdo empírico) e o progresso teórico são conectados de forma inseparável.

#### 2.7.1.5. A Crítica de Teorias Científicas segundo o Pensamento de Lakatos

Antes de avançar sobre a metodologia de pesquisa, é importante trazer alguns elementos sobre a crítica de teorias. Segundo, Lakatos (2001, p.43) o primeiro passo para a crítica de uma teoria científica é a reconstrução, e melhoria, da sua articulação lógico-dedutiva. Isso significa expor e reescrever, em forma logicamente bem-formada<sup>27</sup>, as proposições dessa teoria.

Devem ser expostas não apenas as proposições que se quer criticar (em seus diferentes níveis, incluindo as asserções e as respectivas “hipóteses” falseadoras), mas também a teoria interpretativa que serve de base para a constituição dos “fatos” que constituirão a “base empírica” (no entendimento do FMS).

A questão da crítica não é se procede afirmar uma “teoria” à luz dos “fatos conhecidos”, ou o oposto. Tampouco, o problema é quando a “teoria” entra em conflito com os “fatos”. Esse conflito é apenas sugerido no modelo monoteórico. Sobre isso, Lakatos (2001, p.44) observa que: primeiro, “base empírica de uma teoria” é uma noção correspondente ao modelo monoteórico, relativa a uma estrutura monoteórica específica; e, segundo, se um enunciado é tratado como “fato” ou como “teoria” no contexto de uma situação-teste, isso cabe a uma decisão metodológica do analista.

O real problema, conforme advoga Lakatos (2001, p.44) é como corrigir as inconsistências entre a “teoria explanatória” sob teste e as “teorias interpretativas” (sejam implícitas ou explícitas); ou, como destaca

<sup>27</sup> “Uma expressão bem formada em uma linguagem é uma expressão sem erros em sua sintaxe.”

*O problema está em qual teoria considerar como a interpretativa, qual fornece os “fatos base” e, qual a teoria explicativa para explicá-los<sup>28</sup>.*

No modelo monotéorico, estão postos a “teoria explicativa” e os “fatos”. No modelo pluralístico, estão postos “a teoria explicativa”, os “fatos” e a “teoria interpretativa”, que serve de base para a constituição dos fatos que a teoria explicativa se propõe a explicar. Compreendendo isso, percebe-se que na reconstrução do modelo dedutivo de uma teoria, e na sua crítica, os três aspectos devem ser observados. Todas as teorias envolvidas são postas como problemáticas e, portanto, postas à crítica.

Assim, a questão não é substituir as teorias refutadas por novas, mas sim, como solucionar as inconsistências entre teorias estreitamente relacionadas. E, segundo o FMS, o trabalho é, quando deparado com duas teorias inconsistentes, tentar substituir uma, depois outra, talvez mesmo as duas, e optar por um novo conjunto que proporcione o maior incremento de conteúdo corroborado<sup>29</sup>.

Isso estabelece uma forma de procedimento de apelação no caso do teórico desejar questionar um resultado negativo dado pelo veredito de um experimentalista.

*O teórico pode exigir que o experimentalista especifique sua teoria interpretativa, e ele pode então substituí-la (...) por uma melhor à luz da qual sua teoria originalmente refutada possa receber uma apreciação positiva (Lakatos, 2001, p.45)<sup>30</sup>.*

Lakatos cita como um exemplo desse tipo de procedimento a relação entre Newton e Flamsteed, na qual o primeiro sugere sucessivas reinterpretações dos dados coletados pelo último, corrigindo as teorias observacionais utilizadas nos experimentos.

---

<sup>28</sup> “The problem is which theory to consider as the interpretative one which provides the ‘hard’ facts and which the explanatory one ‘tentatively’ explains them.”

<sup>29</sup> Lakatos entende que nesse caso se obtém o maior avanço “*the most progressive problemshift*”(2001, p.45).

<sup>30</sup> “(...) The theoretician may demand that the experimentalist specify his ‘interpretative theory’, and he may then replace it (...) by a better one in the light of which his originally ‘refuted’ theory may receive positive appraisal.”

## 2.7.2 A Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica.

Lakatos, assim como Kuhn, reconhecem que a história da ciência testemunha uma continuidade envolvendo teorias. Enquanto Kuhn denomina e desenvolve essa continuidade como “Ciência Normal”, Lakatos a entende como o fator que agrega teorias e seus pesquisadores em torno de um “Programa de Pesquisa”.

Conforme definido por Lakatos (2001, p. 47), um Programa de Pesquisa consiste de regras metodológicas: algumas dizem que caminhos de pesquisa devem ser evitados (heurística negativa) e outros que caminhos devem ser perseguidos (heurística positiva).

Essas regras serão vistas com mais detalhe a seguir. No texto original de Lakatos, exemplos de diferentes programas de pesquisa são citados (Newton, Bohr, Prout, etc), mas esses foram retirados para proporcionar um texto mais conciso. Apenas as idéias mais importantes serão aqui destacadas.

### 2.7.2.1. A Heurística Negativa

Todos os programas de pesquisa podem ser caracterizados por seus “núcleos duros”. A heurística negativa proíbe que argumentos *modus tollens*<sup>31</sup> sejam orientados a esse núcleo, o que significa que eles, por uma decisão metodológica, não são submetidos a falseamento. O trabalho é, então, criar ou desenvolver hipóteses auxiliares que formem um cinturão de proteção em torno do “núcleo duro” do programa. Neste caso, é o cinturão que é submetido ao *modus tollens*, ou seja, é submetido a constantes ajustes e reajustes para se adequar aos testes.

Sobre o sucesso ou insucesso de um programa de pesquisa, Lakatos (2001, p.48) diz que

*Um programa de pesquisa é bem-sucedido se tudo isso [o progresso do “cinturão protetor” em torno do núcleo duro do programa] leva a uma mudança progressiva; e mal-sucedido se ele leva a uma mudança degenerativa*<sup>32</sup>.

E sobre o processo da heurística negativa, ele acrescenta que

---

<sup>31</sup> O argumento *modus tollens* é como segue: Se  $p$  então  $q$ .  $q$  é falso. Então,  $p$  é falso.

<sup>32</sup> “A research programme is successful if all this [the improvement of the protective belt around the ‘hard core’ of the programme] leads to a progressive problemshift; unsuccessful if it leads to a degenerating problemshift.”

*Enquanto o progresso teórico (...) pode ser verificado imediatamente, o progresso empírico não o pode, e em um programa de pesquisa nós podemos nos frustrar com a longa série de refutações até que uma engenhosa e agraciada hipótese auxiliar, de conteúdo incremental, torne a cadeia de fracassos – já observados – em uma ressonante história de sucessos, tanto pela revisão de alguns “fatos” falsos, como pela adição de novas hipóteses auxiliares. Nós podemos, então, dizer que devemos exigir que cada passo do programa de pesquisa gere incremento de conteúdo consistentemente: que cada passo constitua uma mudança consistentemente progressiva. E tudo o que precisamos, além disso, é que, pelo menos de vez em quando, o incremento de conteúdo seja retrospectivamente corroborado: o programa como um todo deve também mostrar uma intermitente mudança empírica progressiva. Não demandamos que cada passo produza um novo fato observado imediatamente. Nosso termo “intermitente” nos dá escopo racional suficiente para adesão dogmática a um programa, em face de refutações prima facie (Lakatos, 2001, p.49)<sup>33</sup>.*

Em suma: (i) progresso teórico pode ser verificado imediatamente, mas o progresso empírico pode demorar muito para se tornar evidente; (ii) é requisito que haja um incremento constante de conteúdo que caracterize um avanço teórico; (iii) o avanço teórico deve ter a respectiva corroboração empírica, mas não precisa ser de imediato (de fato, isso pode levar um considerável espaço de tempo para acontecer).

Uma ressalva deve ser feita: pode parecer num primeiro instante que a idéia da heurística negativa assume uma posição convencionalista extrema, tentando ajustar toda e qualquer anomalia à teoria existente no núcleo duro. Sobre isso Lakatos (2001, p.49) é claro: quando

---

<sup>33</sup> “While ‘theoretical progress’ (...) may be verified immediately, ‘empirical progress’ cannot, and in a research programme we may be frustrated by a long series of ‘refutations’ before ingenious and lucky content-increasing auxiliary hypothesis turn a chain of defeats – with hindsight – into a resounding success history, either by revising some false ‘facts’ or by adding novel auxiliary hypothesis. We may then say that we must require that each step of the research programme be consistently content-increasing: that each step constitute a consistently theoretical problemshift. All we need in addition to this is that at least every now and then the increase in content should be seen retrospectively corroborated: the programme as a whole should also display an intermittently progressive empirical shift. We do not demand that each step produce immediately an observed new fact. Our term ‘intermittently’ gives sufficient rational scope for dogmatic adherence to a programme in face of prima facie ‘refutations’.”

o programa de pesquisa não mais é capaz de oferecer fatos novos, seu núcleo duro deve ser abandonado, e os critérios para isso são de ordem lógica e empírica.

#### 2.7.2.2. A Heurística Positiva

Além da heurística negativa, descrita anteriormente em linhas gerais, um programa de pesquisa também possui o que Lakatos chamou de heurística positiva.

Segundo Lakatos (2001, p.49), a heurística positiva de um programa de pesquisa é responsável pelo desenvolvimento do “cinturão protetor” em torno do núcleo duro do programa (heurística negativa). Ela consiste de uma série parcialmente articulada de sugestões ou pistas sobre como alterar, como desenvolver as variações refutáveis de um programa de pesquisa, ou, ainda, como modificar e sofisticar o cinturão protetor.

Mas, qual a importância dessa heurística positiva? Sobre isso Lakatos (2001, p.50) explica que

*A heurística positiva do programa salva o cientista de ficar confuso em meio ao oceano de anomalias. A heurística positiva do programa estabelece um programa que lista uma cadeia cada vez mais complicada de modelos simulando a realidade: a atenção do cientista é direcionada para a construção de seus modelos seguindo instruções que são fornecidas pela parte positiva do programa de pesquisa<sup>34</sup>.*

Ou seja, a heurística positiva atua como uma agenda para o desenvolvimento das atividades de pesquisa, orientando quais os pontos e problemas prioritários, qual a ordem de desenvolvimento. Das palavras de Lakatos, podemos entender que ela é um plano, uma programação a ser seguida dentro do programa de pesquisa, auxiliando para que os pesquisadores não se percam no emaranhado de questões e anomalias aos quais estão sujeitos.

---

<sup>34</sup> “The positive heuristic of the programme saves the scientist from becoming confused by the ocean of anomalies. The positive heuristic sets out a programme which lists a chain of ever more complicated models simulating reality: the scientist’s attention is riveted on building his models following instructions which are laid down in the positive part of his programme.”

## 2.8 BREVE SÍNTESE

Tendo abordado diferentes aspectos e idéias sobre a ciência, cabe recordar os pontos principais que serão assumidos para o desenvolvimentos dos demais aspectos desse trabalho.

Primeiro, que não existe uma observação “fiel à realidade”, e que a tudo que é dado existe um posto. Isto quer dizer que previamente a qualquer experiência empírica existem modelos/conceitos que são utilizados como ponto de partida para a interpretação do material sensível. Considerando que todo ser humano é criado e educado dentro de uma cultura, comunidade ou sociedade, desde a infância ele “recebe” modelos/conceitos para interpretar os fenômenos com os quais se depara. Na observação, o sujeito cognoscente parte de modelos existentes para interpretar uma determinada carga sensorial. O exemplo do “pato ou coelho” ilustra este ponto.

Segundo, esses modelos existentes, quer sejam parte do senso comum, quer do conhecimento científico, não são indutivamente produzidos. A generalização por indução não se sustenta logicamente, como no exemplo de que se alguém apenas viu gansos brancos, isto não é suficiente para afirmar que “Todos os gansos são brancos”. Neste sentido, o sujeito cognoscente cria e aplica modelos/conceitos em sua relação com o objeto de conhecimento. O conhecimento, por sua vez, é formado num processo dialético entre o sujeito cognoscente e o objeto. Terceiro, todo conhecimento é verdadeiro e a verdade do conhecimento está na sua correspondência com o objeto.

Terceiro, todo conhecimento nasce subjetivo. Mas seu caráter objetivo está na sua necessária validade intersubjetiva. Esta posição reconhece a possibilidade de falhas no processo cognitivo, que podem gerar ilusões e erros. Não confundir isto com as falácias de argumentação de “apelo ao geral”.

Quarto, o que diferencia essencialmente o senso comum do conhecimento científico é o caráter crítico do processo de desenvolvimento deste último, e que o primeiro é fundado na experiência e o último é construído com base em experimentos. A distinção entre experiência e experimento é aqui tida como crucial.

Quinto, assume-se aqui a posição do FMS – Falsificacionismo Metodológico Sofisticado. Entende-se que, por todos os argumentos apresentados por Lakatos, essa corrente seja mais fecunda como critério de demarcação e compreensão do desenvolvimento das teorias científicas. O reconhecimento da autonomia teórica, e a validade da reflexão ontológica são outros pontos que merecem destaque.

### **3 ONTOLOGIA E O TRABALHO CIENTÍFICO**

#### **3.1 PALAVRAS INICIAIS**

Uma das questões abordadas no decorrer desta tese é a natureza do transporte. Essa questão é muito pouco tratada nos principais manuais especializados, nos artigos científicos produzidos, e muito pouco debatida nos cursos e seminários sobre o assunto. Isso denota que a comunidade científica tem considerado isso como não-problemático e consensual. Entretanto, ao argüir diferentes pesquisadores sobre a natureza do transporte, diversas respostas surgem, ou mesmo pode-se considerar essa pergunta como descabida e irrelevante.

A reflexão sobre a natureza do transporte situa-se no campo da ontologia. E, apesar do que o pensamento justificacionista tenha impregnado na prática científica e moldado o pensamento de diversos pesquisadores na áreas, é inegável o papel da metafísica (ontologia) no pensamento científico.

Essa seção se destina a fornecer os argumentos e pensamentos de alguns filósofos da ciência sobre o lugar da metafísica na ciência.

#### **3.2 METAFÍSICA E CIÊNCIA**

Durante muito tempo a metafísica foi criticada e desacreditada como passível de oferecer elementos úteis para responder a questões de ordem prática na ciência. No entanto, diversos autores têm se manifestado e exposto argumentos que admitem o lugar da metafísica na ciência (Bunge, 1977; Gigch, 2003; Matthews, 2009; Lakatos, 2001; e mesmo Popper, 2006). Em verdade, atualmente a ontologia tem ganho importância crescente, principalmente na área das ciências da informação (ex. Noy&McGuinness, 2000), entretanto, é ainda tratada de forma equivocada. Para não incorrer nos mesmos erros, cabe, agora, entender melhor o que é a metafísica e sua importância para a ciência.

Bunge (1977, p.5) define metafísica como

*É a ciência que se ocupa do todo da realidade (...) Em outras palavras, a metafísica estuda as propriedades gerais (não específicas) de cada modo de ser e vir a ser, bem como os aspectos peculiares aos gêneros mais gerais das coisas existentes<sup>35</sup>.*

Ainda sobre o tema, Bunge (1977, p.1) escreveu

*A metafísica - tal qual a ciência teórica - foi provavelmente concebida pela fascinação e perplexidade perante a ilimitada variedade e aparente caos do mundo dos fenômenos (...) Assim como o cientista, o metafísico buscou e busca pela unidade na diversidade, por padrões na desordem, por estrutura no amorfo amontoado de fenômenos - e em alguns casos por algum sentido, direção ou finalidade na realidade como um todo. (...) Enquanto o cientista especialista lida com questões específicas sobre os fatos, o ontologista está preocupado com todos os domínios factuais<sup>36</sup>.*

E sobre a inter-relação entre a ciência e a ontologia, ele acrescenta que

*As duas preocupações [científica e ontológica] não são mutuamente excludentes e, de fato, são, por vezes, indiscerníveis: uma questão científica extremamente geral pode ser uma questão ontológica especial (Bunge, 1977, p.1).<sup>37</sup>*

De forma afim, Collingwood *apud* Matthews (2009) enxerga ciência e filosofia andando lado a lado, entendendo que

*O estudo detalhado dos fenômenos naturais é comumente chamado de ciência natural, ou simplesmente 'ciência'; a reflexão sobre os princípios, quer da ciência natural quer de qualquer outro âmbito do pensamento ou ação, é comumente denominado filosofia. (...) mas as*

---

<sup>35</sup> "It is the science concerned with the whole of reality.(...) In other words, metaphysics studies the generic (nonspecific) traits of every mode of being and becoming, as well as the peculiar features of the major genera of existents."

<sup>36</sup> "(...) Metaphysics - just like theoretical science - was probably begotten by the awe and bewilderment at the boundless variety and apparent chaos of the phenomenal world (,,) Like the scientist, the metaphysician looked and looks for unity in diversity, for pattern in disorder, for structure in the amorphous heap of phenomena - and in some cases even for some sense, direction or finality in reality as a whole. (...) Whereas the scientific specialist deals with rather specific questions of fact, the ontologist is concerned with all of the factual domains. "

<sup>37</sup> "The two concerns [scientific and ontologic] are not mutually exclusive and, in fact, sometimes they are undistinguishable: an extremely general scientific question may be a special ontological one."

*duas coisas são tão estreitamente relacionadas que a ciência natural não pode ir muito longe sem que a filosofia comece; e essa filosofia reage na ciência da qual emergiu, proporcionando uma nova base e consistência saídas da nova consciência do cientista dos princípios sobre os quais tem trabalhado*<sup>38</sup>.

E conclui dizendo

*Por esta razão, não parece correto que a ciência natural deva ser atribuída exclusivamente a uma classe de pessoas chamadas cientistas, e a filosofia a uma classe chamada de filósofos. Um homem que nunca refletiu sobre os princípios de seu trabalho não desenvolveu a atitude de um homem pleno em relação a isso; um cientista que nunca filosofou sobre sua ciência nunca será mais do que simples mão-de-obra, um cientista coadjuvante e imitador (Collingwood apud Matthews, 2009)*<sup>39</sup>.

Visto isso, passa-se a entender que fazer ciência não é apenas executar seus procedimentos, mas também pensar em seus princípios e elementos mais abstratos.

Gigch (2002, p.551-552), por exemplo, entende que a ciência é desenvolvida em 3 diferentes níveis: o nível da filosofia da ciência; o nível da ciência; e o nível da aplicação. O nível da filosofia da ciência é aquele que tem como enfoque questões como as fontes do conhecimento e a natureza ontológica dos domínios de uma determinada disciplina. O nível da ciência é aquele cuja preocupação reside no desenho e formulação dos métodos da ciência. Por fim, o nível da aplicação direciona seu foco para os campos da prática.

Dentro deste esquema, a visão posta por Bunge para a metafísica poderia ser inserida no nível da filosofia da ciência, ou se estendermos às considerações de Lakatos (2001, p.41-42) à própria constituição das teorias científicas. Sem metafísica (ontologia) seria

---

<sup>38</sup> “The detailed study of natural facts is commonly called natural science, or for short simply science; the reflection on principles, whether those of natural science or of any other department of thought or action, is commonly called philosophy. (...) but the two things are so closely related that natural science cannot go on for long without philosophy beginning; and that philosophy reacts on the science out of which it has grown by giving it in future a new firmness and consistency arising out of the scientist’s new consciousness of the principles on which he has been working.”

<sup>39</sup> “For this reason it cannot be well that natural science should be assigned exclusively to one class of persons called scientists and philosophy to another class called philosophers. A man who has never reflected on the principles of his work has not achieved a grown-up man’s attitude towards it; a scientist who has never philosophized about his science can never be more than a second-hand, imitative, journeyman scientist.”

impossível, por exemplo, o reconhecimento da semelhança e diferença dos objetos empíricos. Não seria possível entender, nas palavras de Bunge, a “estrutura no amontoado amorfo de fenômenos”.

Mas quais questões são relevantes para a ciência e quais as premissas metafísicas que a ciência em geral assume em seu desenvolvimento?

Sobre alguns dos pontos que a metafísica fornece à ciência, Matthews (2009) colocou que

*Os fenômenos e questões que a ciência investiga; os tipos de respostas que ela provê; os tipos de entidades que ela reconhece enquanto tendo influência causal; os limites, caso haja, que ela estabelece para a investigação científica; e assim por diante, tudo começa a ir ao encontro, ou mesmo de encontro, a compromissos metafísicos mais amplos de natureza epistemológica, ontológica ou até ética<sup>40</sup>.*

Já no que diz respeito a pressupostos metafísicos que a ciência assume, poderiam ser exemplificados os seguintes (Bunge, 1977, p.16-17):

- Há um mundo externo ao sujeito cognoscente;
- O mundo é composto de coisas;
- Formas são propriedades das coisas;
- As coisas são agrupadas em sistemas;
- Todo sistema, exceto o universo, interage com outros sistemas em certos aspectos e isolados de outros sistemas em certos aspectos;
- Todas as coisas mudam;
- Nada vem de nada, e nenhuma coisa se reduz a nada;
- Todas as coisas obedecem a leis;

---

<sup>40</sup> “The phenomena and questions science investigates; the kinds of answers it entertains; the types of entities it recognises as having causal influence; the boundary, if any, it sets to the domain of scientific investigation; and so on, all begin to touch upon or push against larger metaphysical commitments of an epistemological, ontological, and sometimes ethical kind.”

- Há diversos tipos de leis;
- Há diversos níveis de organização.

Todos estes pressupostos, muitas vezes passados de forma inconsciente, ou mesmo intuitiva, deixa-o de ser ao tornar explícitos estes pontos. Cada um deles tem implicações sobre os problemas que a ciência aborda, a forma de interpretação dos resultados, sobre a forma de aproximação aos fenômenos em estudo, etc. E todas estas implicações são determinadas por fatores de natureza metafísica. E é ciente desta importância que Bunge (1977, p.16) escreveu que

*(...) ambos a ciência e a ontologia arguem sobre a natureza das coisas, mas enquanto a ciência o faz em detalhe e assim produz teorias que são abertas ao escrutínio empírico, a metafísica é extremamente geral e pode apenas ser verificada por sua coerência com a ciência<sup>41</sup>.*

Bunge (1977, p.19-20) também aponta uma série de campos em que superposições entre a ciência e a ontologia se sobrepõem, e afirma que: (a) a ontologia inspira ou bloqueia os mais interessantes problemas de pesquisa; (b) a reconstrução axiomática de qualquer teoria científica fundamental requer o reconhecimento, explicitação, exatificação e sistematização de certos conceitos ontológicos; (c) a própria ciência produz teorias ontológicas pelo processo de generalização; e, (d) a tecnologia tem produzido certo número de teorias ontológicas, e neste sentido, tem sido mais fértil que a metafísica acadêmica.

A idéia da existência de enunciados metafísicos nos programas de pesquisa científica pode ser encontrada no pensamento de alguns filósofos da ciência. Por exemplo, sobre isso, Lakatos (2001, p.51) diz que

*Alguém pode formular a heurística positiva de um programa de pesquisa como um princípio metafísico. Por exemplo, alguém pode formular o*

---

<sup>41</sup> “(...) both science and ontology inquire into the nature of things but, whereas science does it in detail and thus produces theories that are opened to empirical scrutiny, metaphysics is extremely general and can be checked solely by its coherence with science.”

*programa newtoniano como segue: “os planetas são essencialmente piões gravitantes de formas aproximadamente esférica”<sup>42</sup>.*

E em outra passagem ele também coloca que

*(...) Nós não eliminamos uma teoria (sintaticamente) metafísica se ela se choca com uma teoria científica bem corroborada (...). Nós a eliminamos se ela produz uma mudança degenerativa no longo prazo e se existe uma metafísica melhor, rival, para substituí-la. A metodologia dos programas de pesquisa com um núcleo metafísico não difere da metodologia de um com um núcleo refutável, exceto, talvez, pelo nível lógico das inconsistências que são as forças motrizes do programa (Lakatos, 2001, p.42)<sup>43</sup>.*

Mas quais os usos da ontologia? Que benefícios podemos tirar dela? Bunge(1977, p.23) afirma que a ontologia pode:

- auxiliar a dirimir pseudo-questões;
- identificar, clarificar e sistematizar alguns conceitos e princípios básicos existentes na pesquisa científica e mesmo em teorias científicas;
- sugerir novos problemas científicos, planos de pesquisa e mesmo novas teorias;
- analisar noções populares mas obscuras;
- examinar a base ontológica de ideologias e descobrir se elas estão a par com os padrões do trabalho intelectual corrente.

Tendo visto tudo isso, fica evidente a interferência da metafísica no trabalho científico. E havendo preocupação com o desenvolvimento científico maduro, não é prudente ignorar este campo de desenvolvimento intelectual, tampouco suas potencialidades para a ciência.

---

<sup>42</sup>“One may formulate the ‘positive heuristic’ of a research programme as a ‘metaphysical’ principle. For instance one may formulate Newton’s programme like this: ‘the planets are essentially gravitating spinning-tops of roughly spherical shape.’”

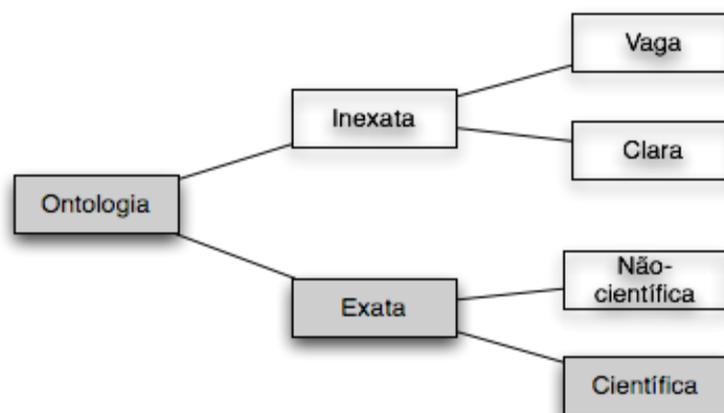
<sup>43</sup>“(...)we do not eliminate a (syntactically) metaphysical theory if it clashes with a well-corroborated scientific theory (...) We eliminate it if it produces a degenerating shift in the long run and there is a better, rival, metaphysics to replace it. The methodology of a research programme with a ‘metaphysical’core does not differ from the methodology of one with a ‘refutable’ core except perhaps for the logical level of the inconsistencies which are the driving force of the programme.”

### 3.3 ONTOLOGIA CIENTÍFICA

Apesar de todo o discurso feito até aqui, cabe reconhecer que nem toda teoria ontológica já elaborada produziu bons resultados. Estas experiências negativas foram os principais elementos para a negação da metafísica na ciência. No entanto, neste processo, todos os bons exemplos de teoria ontológica foram também desconsiderados.

Ciente disso, Bunge (1977) propôs a idéia de uma metafísica, ou ontologia, científica. A princípio, ele delega à ciência formal a tarefa de estudar os objetos formais ou ideais (ex. conjuntos e categorias), e reivindica à ciência empírica e à ontologia o estudo dos objetos concretos. Neste esquema, a ontologia é responsável pela tarefa de construir as teorias mais gerais sobre esse tipo de objeto (Bunge, 1977, p.6).

Para ele, as proposições metafísicas não são “testáveis” da mesma maneira que o são as teorias científicas, mas em momento nenhum elas estão além de qualquer crítica ou confirmação. Se assim o fossem, como foi visto na questão dos paradigmas, não haveria espaço para as crises paradigmáticas que, em geral, envolvem algum tipo de incoerência de origem ontológica. A ontologia científica é um tipo de ontologia que é compatível e interage com a ciência, e assim sendo, é a única ontologia que pode ter valor à ciência. A Figura 2 ilustra a localização da ontologia científica em relação aos demais tipos de ontologias possíveis.



**Figura 2:** Ontologia Científica. Bunge (1977, p.7)

### 3.3.1 O Método da Ontologia Científica

Mas qual a diferenciação deste tipo de ontologia em detrimento das demais? Isso Bunge (1977, p.7-12) responde especificando o método da ontologia científica. Inicialmente, ele define que este tipo de metafísica deve ser exata e contígua à ciência. Por exata, ele entende que as teorias metafísicas são construídas com o auxílio explícito da lógica ou da matemática. Por científica, ele entende que ela deve seguir algumas regras, sob pena de se desvincular do factual. Essas regras são (Bunge, 1977, p. 8-9):

- levar em conta a tradição metafísica, mas não se apegar a ela;
- evitar palavras que falhem em proporcionar idéias claras;
- tentar formalizar tudo, preferencialmente utilizando a matemática;
- não confundir simbolização com matematização;
- buscar o rigor mas sem deixar que este limite a fertilidade do pensamento;
- explicar o concreto pelo abstrato;
- não tornar concreto o que não é, nem tornar autônomo algo que seja resultante de abstração;
- buscar a sistematicidade, construindo teorias e estabelecendo as ligações entre elas; e,
- verificar as hipóteses e teorias metafísicas, não apenas a sua consistência interna mas também sua contigüidade com a ciência.

Cabe observar que estas regras podem auxiliar, mas não garantir, uma ontologia orientada à ciência.

Tendo falado sobre o método, cabe explicitar no que consiste o fazer da ontologia científica.

### 3.4 O TRABALHO DA ONTOLOGIA

Todo trabalho filosófico tem dois movimentos específicos: a análise e a síntese. Sobre isso Bunge(1977, p.10) explica

*A análise filosófica examina certos aspectos e proposições a fim de torná-los claros. A síntese filosófica cria quadros conceituais e teorias a fim de não apenas elucidar noções e asserções, como também para entender o que ocorre no mundo. Essas duas operações são complementares ao invés de mutuamente excludentes.*<sup>44</sup>

e completa dizendo que

*De fato, a melhor análise é aquela feita sob um contexto teórico definido, assim como a melhor síntese é aquela que articula as noções sintetizadas. Em todo caso, é a síntese, e não a análise, que proporciona algum entendimento em um campo da realidade ou da experiência humana.*<sup>45</sup>

Entendendo a existência deste dois “movimentos” da atividade filosófica, resta saber especificamente que seriam eles no campo da ontologia científica.

No campo da ontologia, a análise trata de qualquer conceito ou proposição metafísica, especialmente categorias e princípios ontológicos. Na ciência, são especialmente importante as categorias: de coisa, de propriedade, de fato, e valor. Um exemplo de princípio ontológico é a noção que se assume que a sociedade é um sistema de pessoas que interagem. Mas, o trabalho do “ontologista” não deve se confinar a listar e classificar as categorias e princípios ontológicos. Ele deve também criticar as certas teses ontológicas, tenham elas sido postas por filósofos ou cientistas, e mesmo fazer suas próprias proposições (Bunge, 1977, p.10). E deste processo, o produto gerado é uma teoria ontológica.

---

<sup>44</sup> “Philosophical analysis examines certain concepts and propositions in order to clarify them. Philosophical synthesis creates frameworks and theories in order not only to elucidate notions and statements but also to understand what goes on in the world. The two operations are complementary rather than mutually exclusive.”

<sup>45</sup> “In fact the best analysis is that performed in a definite theoretical context, just as the best synthesis is that which articulates analysed notions. In any case, is synthesis, not analysis, that provides some understanding of a field of reality or of human experience.”

Uma teoria ontológica, conforme definido por Bunge (1977, p.11) é um sistema hipotético-dedutivo, que contém e inter-relaciona categorias ontológicas, ou seja, conceitos gerais que representam os componentes e feições do mundo. Uma ontologia completa deve incluir tanto uma teoria ontológica universal quanto regional. A primeira serve de base para a segunda, e esta por sua vez, ilustra e testa, de certa forma, a primeira. As ciências, dentro deste entendimento, constituem, e são constituídas por, ontologias regionais.

### **3.5 O ONTOLÓGICO ENQUANTO DISTINTIVO E LEGITIMADOR DAS CIÊNCIAS**

Até aqui, muito se falou sobre a ontologia e sua importância para as ciências. Espera-se que os argumentos apresentados até aqui tenham sido suficientes para sustentar a relevância deste tipo de debate para o desenvolvimento de um campo científico. Caso contrário, mais um argumento sobre a validade da ontologia para as ciências é apresentado nessa seção, refere-se ao debate sobre a subordinação ou independência das ciências, ou ainda, o critério de delimitação entre uma e outra ciência.

O debate sobre a subordinação ou independência entre as ciências pode ser simplificado, com ressalvas, ao seguinte ponto: se uma ciência utiliza teorias, métodos e instrumentos de outras ciências ela está subordinada a essas ciências das quais tomou esses elementos? Existiria uma ciência fundamental, à qual todas as demais são redutíveis?

Sobre isso, Andler *et al* (2005, p.549-560) apresentam alguns pensamentos. A crença da subordinação de todas as ciências empíricas à Física, é algo que existe ainda hoje. Um de seus sustentáculos é, para Andler *et al* (2005, p.534), o postulado ontológico dos fisicalistas de que tudo o que existe é constituído de matéria, tal qual a Física a entende e a estuda. Como consequência disso, todas as ciências empíricas, ao falar de coisas que existem, forçosamente tomariam como ponto de partida a ontologia da Física. Em outro exemplo, o postulado de que toda entidade biológica é composta por entidades químicas, sugeririam a subordinação da Biologia à Química. Dessa forma, toda ciência incluiria a ontologia de sua antecessora e assim por diante.

De fato, os argumentos ontológicos são convincentes e logicamente válidos. Entretanto, para Andler *et al* (2005, p.535-538), isso não implica numa relação de subordinação nem

controle entre uma e outra ciência. Essa separação é também feita em nível ontológico em duas nuances: primeiro, admite-se a clássica afirmação metafísica “o todo é maior que suas partes”, e assim, ao passar de uma ciência a outra não apenas se agregam as entidades, mas se “acrescenta uma nova dimensão ontológica” (Andler *et al*, 2005, p.535). Para uma idéia mais clara e simples do que seria essa nova dimensão, pode-se tomar Bunge (1978, p.91 e p.113), especificamente com relação à definição de *propriedade emergente e justaposição, respectivamente*. Em outras palavras, em coisas compostas por outras coisas - ver Bunge (1978, p.110-111) para a definição de ‘coisa’ - , existem propriedades que pertencem apenas àquela mais complexa e não à suas partes, e essas propriedades são denominadas ‘emergentes’. Assim, com relação à primeira nuance de distinção, as ciências se distinguem por serem seus objetos de estudo ontologicamente irreduzíveis às demais. Por exemplo, há no objeto da Biologia propriedades emergentes que não permitem a redução ontológica desse ao objeto da Química.

O segundo nível de distinção seria a abordagem funcionalista ou estrutural (Andler *et al*, 2005, p.536), ou seja, uma ciência que sucede outra segundo o argumento ontológico não tem como foco as entidades da ciência a qual sucede, mas sim, as relações entre essas entidades quando agregadas no objeto de estudo. Por exemplo, na relação entre Biologia e Química, é verdade que a célula é um agregado de moléculas químicas, mas o ponto de vista funcionalista consiste em dar conta das propriedades da célula a partir das relações entre as moléculas, excluindo as propriedades *intrínsecas* de cada uma das moléculas. Há, assim um mascaramento de propriedades das entidades mais fundamentais. Sobre isso, Andler *et al* (2005, p.537) escreve que

*o efeito de mascaramento seria, então parcial, deixando lugar para restrições exercidas pelo nível inferior sobre o superior, ao mesmo tempo em que tornam impossível uma determinação integral de um pelo outro. (...) A moeda, os genes, as insurreições, as crenças são considerados, ao menos dentro de certas molduras teóricas como entidades que só têm essência funcional: seus representantes reais só existem, decerto, em função de sua realização material particular, mas eles não dependem dela em seus papéis causais ou formais(...); por conseguinte, sem ser imaterial, a moeda não depende, de maneira essencial das propriedades dos metais preciosos, do papel, dos chips de silício ou de ondas hertzianas.*

Portanto, tomadas essas duas nuances, o corte ontológico e o ponto de vista funcionalista é possível reivindicar a relativa autonomia e independência entre as ciências. Mas uma ressalva é importante: afirmar essa autonomia e independência não implica em isolar as ciências umas das outras ou descartar as influências mútuas de uma sobre a outra. É, tão somente, reconhecer a autenticidade de seus objetos e programas de pesquisa, bem como reconhecer as limitações de cada uma na abordagem da miríade de fenômenos existentes.

Por último, espera-se que esse argumento final tenha sido suficiente para justificar a relevância da reflexão filosófica no âmbito da ciência, pois, sem tal tipo de reflexão, não seria possível distinguir uma ciência da outra, tampouco organizar e situar a produção científica especializada dentro de um escopo mais amplo, nem em relação umas às outras.

## 4 A METAFÍSICA DE BUNGE: INSTRUMENTO PARA A REFLEXÃO ONTOLÓGICA E CONSTRUÇÃO E RECONSTRUÇÃO RACIONAL DE TEORIAS NA PESQUISA EM TRANSPORTES

### 4.1 PALAVRAS INICIAIS

Como se fez referência no capítulo anterior, as bases para uma ontologia científica foram formalizadas por Bunge (1977). Não se tem aqui qualquer pretensão de detalhar o trabalho de Bunge, mas tão somente apresentar os conceitos, definições, elementos básicos e ferramentas que serão úteis para a reflexão ontológica sobre Transporte. Nesta parte, o que se fará é uma compilação de aspectos considerados mais importantes na obra de Bunge, considerados como mais instrumentais para abordar as noções tratadas dentro da pesquisa em transporte de forma mais clara, exata, e por isso, alguns trechos e definições formais serão transcritos para o documento. A finalidade disso é apenas uma: deixar as idéias mais acessíveis ao leitor que não tenha acesso aos documentos originais, e apresentar o material de Bunge numa ordem mais interessante à argumentação desenvolvida nesta tese.

### 4.2 NOÇÕES DE ASSOCIAÇÃO E COMPOSIÇÃO.

A noção de associação e composição tem papel fundamental na compreensão da ontologia de Bunge. Segundo Bunge (1977, p.27) a noção de associação pode ser formalizada pelo conceito algébrico de concatenação, o qual é elucidado na teoria dos semigrupos. Bunge (1977, p.27) explica que

*“Um semigrupo é um conjunto  $S$ , juntamente com uma operação binária, interna e associativa  $\circ$  de concatenação. A operação é dita interna porque é definida em  $S$  (porque  $S$  é fechado sob  $\circ$  - a concatenação não se estabelece entre indivíduos externos a  $S$ ). E a concatenação é associativa porque ela satisfaz a lei da associatividade: se  $x, y, z \in S$ , então  $x \circ (y \circ z) = (x \circ y) \circ z$ . De forma mais sucinta: a estrutura  $\langle S, \circ \rangle$ , onde  $S$  é um conjunto arbitrário não-vazio e  $\circ$  uma operação binária em*

*S*, é chamado semigrupo se, e somente se, (i) *S* é fechado sob  $\circ$ , e (ii)  $\circ$  é associativa em *S*.<sup>46</sup>

Para a construção de sua ontologia, adicionalmente a idéia de semigrupo, Bunge (1977, p.27) introduz a noção de *indivíduo nulo*. Em termos gerais, o elemento neutro  $\square$  de *S* que uma vez acoplado a um membro arbitrário *x* de *S*, deixa *x* inalterado -  $x \circ \square = \square \circ x = x$ . Esse elemento é então incluído na noção de semigrupo, formando uma nova estrutura, a de semigrupo com elemento neutro (ou monóide) designado por  $\langle S, \circ, \square \rangle$ . Apesar de ser totalmente conceitual, ou seja, sem qualquer correspondente empírico, o elemento neutro tem importância na linguagem ontológica de Bunge para tornar possível escrever o princípio de que nada começa de  $\square$ , ou termina em  $\square$  (Bunge, 1977, p.28).

Dentro de seu modelo, Bunge coloca ainda alguns postulados e propriedades da relação de associação, a saber (Bunge, 1977, p.28-29):

- o conjunto de coisas individuais, quando destituídas de suas propriedades e interações (exceto aquela de composição) possui a estrutura monóide;
- a concatenação  $\circ$  é comutativa;
- a associação de um indivíduo com ele mesmo deixa o resultado inalterado (os elementos de *S* são eqüipotentes);
- o resultado da associação de dois indivíduos, desde que um deles não seja neutro, é não-nulo. (para todo *x*, *y* em *S*, se  $x \neq \square$  ou  $y \neq \square$ , então  $x \circ y \neq \square$ . Esse é o princípio de conservação de substância).

---

<sup>46</sup> “A semigroup is a set *S* together with a binary, internal and associative operation  $\circ$  of concatenation. The operation is said to be internal because it is defined in *S*, i.e. because *S* is closed under  $\circ$ . (I.e., concatenation does not give rise to individuals alien to *S*.) And concatenation is associative because it satisfies the law of associativity: if *x*, *y*, *z*  $\in$  *S*, then  $x \circ (y \circ z) = (x \circ y) \circ z$ . More succinctly: the structure  $\langle S, \circ \rangle$ , where *S* is a nonempty arbitrary set and a binary operation in *S*, is called a semigroup if and only if (i) *S* is closed under  $\circ$ , and (ii)  $\circ$  is associative in *S*.”

### **4.3 PROPRIEDADES E ATRIBUTOS**

Toda coisa real tem alguma propriedade. A ciência tem, como parte de sua atividade, tentado encontrar e inter-relacionar propriedades das coisas, bem como identificar padrões de associação e mudança das propriedades. Na pesquisa em Transporte não é diferente, e freqüentemente se fala em propriedades, a exemplo da acessibilidade, mobilidade, modicidade, dentre outras. A ontologia é a disciplina que busca tornar clara a noção de uma propriedade enquanto distinta de várias outras noções específicas de propriedade (Bunge, 1977, p.57) e, por isso, pode ser de grande valia para o correto desenvolvimento de teorias no âmbito da ciência.

Voltando aos dois termos (propriedade e atributo), como não se assume aqui uma posição idealista, faz sentido explorar, inicialmente, as diferenças entre essas duas noções.

#### **4.3.1 Diferença entre Propriedades e Atributos**

Se considerarmos objetos conceituais, ou formais, suas propriedades são denominadas propriedades formais, ou atributos, ou, simplesmente, predicados. Mas no caso de indivíduos substanciais, suas propriedades são chamadas de propriedades substanciais, ou, simplesmente, propriedades. Uma vez que todo modelo de um indivíduo substancial é construído com conceitos, ele (o modelo) contém atributos ou predicados. Num modelo que representa um indivíduo substancial, alguns atributos representam propriedades substanciais.

A diferenciação entre atributo e propriedade quando nos referimos a indivíduos substanciais se justifica pela seguinte razão: nosso ponto de vista epistemológico entende que as coisas existem independentemente de um observador, a exemplo da “coisa-em-si” de Kant (2004), e, por isso, é possível que existam propriedades nas coisas substanciais para as quais não possuímos representação, tampouco aparato perceptual para senti-las. Podemos ser simplesmente ignorantes a elas. Por outro lado, atributos são aspectos que associamos a algum objeto, portanto, um conceito. E esses atributos podem estar mais ou menos próximos das propriedades que representam.

### 4.3.2 Correspondência Atributo-Propriedade

Assim como é prudente distinguir o objeto de suas representações, assim também deve ser feito entre as propriedades e os atributos. A correspondência entre um e outro é, segundo Bunge (1977, p.60), um caso particular da relação conhecimento-realidade ou mente-mundo. A relação entre atributos e propriedades não é isomórfica porque muitos atributos podem não representar qualquer propriedade substancial (como no caso de ‘ser membro de um conjunto’, atributos negativos e atributos disjuntos – para mais detalhes ver Bunge, 1977, p.60), outros podem representar muitas propriedades, ou mesmo uma propriedade pode ser representada por muitos atributos ou predicados. Bunge (1977, p.60) expressa essa idéia da seguinte forma:

*A relação entre propriedades e atributos pode ser interpretada como segue. Seja  $\mathbb{P}$  um conjunto de propriedades substanciais e  $\mathbb{A}$  um conjunto de atributos ou predicados. Então, a representação de propriedades por atributos é uma função  $\rho: \mathbb{P} \rightarrow 2^{\mathbb{A}}$  que atribui a cada propriedade  $P$  em  $\mathbb{P}$  uma coleção  $\rho(P) \in 2^{\mathbb{A}}$  de atributos, tal que a fórmula ‘ $A \in \rho(P)$ ’, para  $A$  em  $\mathbb{A}$  e  $P$  em  $\mathbb{P}$ , é interpretada como o atributo  $A$  representa  $P$ , ou  $A \hat{=} P$ .<sup>47</sup>*

Outro ponto a ser destacado é o critério de verdade de um atributo. Propriedades não são falsas ou verdadeiras, uma vez que verdade ou falsidade está relacionada às representações e proposições. Sendo os atributos proposições, verdade e falsidade podem ser atribuídas a esses. A negação de um atributo  $A \in \mathbb{A}$ , para um indivíduo substancial  $b \in \Theta$ , tal que  $A \hat{=} P$ , na forma  $\neg Ab$  é verdade apenas se o indivíduo  $b$  não possuir a propriedade  $P$ . Ou seja, seja  $A$ : “tem carga elétrica” um atributo associado à correspondente propriedade  $P$  de ser eletricamente carregado, e  $b$ : “um nêutron”. A fórmula  $Ab$  equivale a “o nêutron tem carga elétrica”. A correspondente negação de  $Ab$ ,  $\neg Ab$ , seria a negação do enunciado, na

---

<sup>47</sup> “The relation between properties and attributes may be construed as follows. Let  $\mathbb{P}$  be the set of substantial properties and  $\mathbb{A}$  that of attributes or predicates. Then the representation of properties by attributes is a function  $\rho: \mathbb{P} \rightarrow 2^{\mathbb{A}}$  that assigns each property  $P$  in  $\mathbb{P}$  a collection  $\rho(P) \in 2^{\mathbb{A}}$  of attributes, so that the formula ‘ $A \in \rho(P)$ ’, for  $A$  in  $\mathbb{A}$  and  $P$  in  $\mathbb{P}$ , is interpreted as attribute  $A$  represents property  $P$ , or  $A \hat{=} P$  for short.”

forma “o neutro não tem carga elétrica”. O que a operação de negação faz é simplesmente dizer que  $b$  não possui a propriedade  $P$ , e não que  $b$  possui a propriedade  $\neg P$ .

### 4.3.3 Tipos de Propriedades

As propriedades podem ser de diferentes tipos, e a compreensão desses tipos é de vital importância na correta apropriação e exploração dessas idéias para a constituição de teorias.

Bunge (1977, p.64) propõe que as propriedades sejam classificadas nos seguintes grupos: propriedades intrínsecas ou mútuas (ou relacionais), primárias ou secundárias. Como exemplos, o autor nos fornece os seguintes casos:

- Propriedades intrínsecas: a radioatividade de um átomo e a inteligência do homem como propriedades inerentes a esses indivíduos. São normalmente representadas por atributos monádicos.
- Propriedades mútuas ou relacionais: São propriedades de pares, ou outros grupos, a exemplo da solubilidade. São representadas por atributos n-ários.
- Propriedades primárias: são aquelas que são invariantes sob o ponto de vista subjetivo, ligadas à dimensão do sensível (ex. luminosidade, peso);
- Propriedades secundárias: são aquelas que são dependentes de quadro-referência e/ou do observador, ligadas à dimensão perceptiva (ex. Cor, sensação de distância, altura do som, etc).

### 4.3.4 Dois postulados metodológicos sobre propriedades

Tendo abordado as noções gerais sobre propriedades, é oportuno destacar dois axiomas metodológicos postos por Bunge para formalizar suas idéias sobre propriedades.

O primeiro é como segue:

*Seja  $S$  um conjunto de indivíduos substanciais ou algum subconjunto deste e sejam  $T$  a  $Z$  conjuntos arbitrários não-vazios, iguais ou diferentes de  $S$ . Então*

(i) qualquer propriedade substancial é representável como um predicado (ou função proposicional) na forma

$$A : S \times T \times \dots \times Z \rightarrow \text{Proposições incluindo } A;$$

(ii) qualquer propriedade substancial, ou propriedade de um indivíduo substancial particular  $s \in S$  é representável como o valor de um atributo em  $t$   $s$ , por exemplo  $A(s,t,\dots,z)$ , onde  $t \in T, \dots, z \in Z$ . (Bunge, 1978, p.63).<sup>48</sup>

O segundo formaliza os tipos de propriedades e está transcrito abaixo:

Seja  $\{S_i \subseteq S \mid 1 \leq i \leq n\}$  uma família de conjuntos não-vazios de indivíduos substanciais (excluído o indivíduo nulo). Ainda, seja  $T$  a  $Z$  conjuntos arbitrários não-vazios [unidades, por exemplo], iguais ou não a qualquer um dos  $S_i$ . Finalmente seja  $\mathbb{R}$  um conjunto de números ou de conjuntos de números [a exemplo do conjunto potência da reta real] e  $p$  um número natural. Então

(i) toda propriedade intrínseca qualitativa (qualidade) de  $S_i$  é representável por atributos na forma

$$A : S \times T \times \dots \times Z \rightarrow \text{Proposições contendo } A;$$

(ii) toda proposição mútua qualitativa de  $S_i$ , para  $1 \leq i \leq m \leq n$  é representável por atributos na forma

$$A : S_1 \times S_2 \times \dots \times S_m \times T \times \dots \times Z \rightarrow \text{Proposições contendo } A;$$

(iii) toda propriedade fenomênica qualitativa (secundária) é uma propriedade mútua qualitativa representável por predicados do tipo (ii) nos quais  $T =$  um conjunto de organismos sensíveis;

(iv) toda propriedade intrínseca quantitativa de  $S_i$  é representável por atributos (magnitudes, quantidades, variáveis) do tipo (i) nos quais

$$Z = \mathbb{R}^p ;$$

---

<sup>48</sup> "Let  $S$  be the set of substantial individuals or some subset thereof, and let  $T$  to  $Z$  be arbitrary nonempty sets, equal to or different from  $S$ . Then (i) any substantial property in general is representable as a predicate (or propositional function) of the form  $A : S \times T \times \dots \times Z \rightarrow$  Propositions including  $A$ ; (ii) any individual substantial property, or property of a particular substantial individual  $s \in S$ , is representable as the value of an attribute at  $s$ , i.e. as  $A(s,t,\dots,z)$ , where  $t \in T, \dots, z \in Z$ ."

(v) toda propriedade mútua quantitativa de  $S_i$ , para  $1 \leq i \leq m \leq n$ , é representável por atributos (magnitudes, quantidades, variáveis) do tipo

(ii) nos quais  $Z = \mathbb{R}^p$ ;

(vi) toda propriedade fenomênica quantitativa (secundária) é uma propriedade mútua quantitativa representável por predicados do tipo (v) com  $T =$  conjunto de seres sensíveis;

(vii) toda propriedade de um indivíduo (ou propriedades individuais)  ${}^i b$  do tipo  $S_i$  é representável pelo valor do atributo correspondente a  ${}^i b$ , e

cada propriedade de um agregado de  $m$  indivíduos  ${}^1 b + {}^2 b + \dots + {}^m b$ ,

onde  ${}^i b \in S_i$  é representável pelo valor do  $n$ -ário atributo em

$\langle {}^1 b, {}^2 b, \dots, {}^m b \rangle$  (Bunge, 1978, p.68).<sup>49</sup>

Essa classificação pode ser contestada sob o argumento de que as propriedades podem ser representadas por atributos dicotômicos (tipo falso-verdadeiro, presente-ausente). No entanto, como o próprio Bunge observa, ela tem um uso importante, a exemplo da distinção entre atributos do tipo “é casado” e “tem 25 anos”: enquanto o primeiro não admite gradações, o segundo sim, pois os valores que o atributo da idade pode assumir variam num intervalo. Por outro lado, não se pode estar “mais ou menos” casado.

---

<sup>49</sup> “Let  $\{S_i \subseteq S \mid 1 \leq i \leq n\}$  be a family of nonempty subsets of substantial individuals not including the null individual. Further, let  $T$  to  $Z$  be arbitrary nonempty sets [of e.g. units], the same as or different from any of the  $S_i$ . Finally, let  $\mathbb{R}$  be a set of numbers or of sets of numbers [such as the power set of the real line] and  $p$  a natural number. Then (i) every qualitative intrinsic property (quality) of the  $S_i$  is representable by attributes of the form  $A : S \times T \times \dots \times Z \rightarrow$  Propositions containing  $A$ ; (ii) every qualitative mutual property of the  $S_i$ , for  $1 \leq i \leq m \leq n$ , is representable by attributes of the form  $A : S_1 \times S_2 \times \dots \times S_m \times T \times \dots \times Z \rightarrow$  Propositions containing  $A$ ; (iii) every qualitative phenomenal (secondary) property is a qualitative mutual property representable as a predicate of type (ii) where  $T =$  Set of sentient organisms; (iv) every quantitative intrinsic property of the  $S_i$  is representable by attributes (magnitudes, quantities, variables) of type (i) where  $Z = \mathbb{R}^p$ ; (v) every quantitative mutual property of the  $S_i$  for  $1 \leq i \leq m \leq n$  is representable by attributes (magnitudes, quantities, variables) of type (ii) where  $Z = \mathbb{R}^p$ ; (vi) every quantitative phenomenal (secondary) property is a quantitative mutual property representable by a predicate of type (v) with  $T =$  Set of sentient organisms; (vii) every property of an individual (or individual property)  ${}^i b$  of kind  $S_i$  is representable by the value of the corresponding attribute at  ${}^i b$ , and every property of an aggregation of  $m$  individuals  ${}^1 b + {}^2 b + \dots + {}^m b$ , where  ${}^i b \in S_i$  is representable by the value of the corresponding  $n$ -ary attribute at  $\langle {}^1 b, {}^2 b, \dots, {}^m b \rangle$ ,”

Por fim, segundo os axiomas apresentados, os atributos podem ser de grande complexidade (aridade) se se desejar descrevê-los no máximo rigor. Isso é particularmente perceptível no caso dos atributos de propriedades mútuas ou relacionais. Bunge (1977, p.69-72) apresenta alguns artifícios para unarizar esses atributos, mas esses aspectos não são prioritários no momento e não serão abordados aqui.

#### 4.4 BUNGE E A VISÃO DE SISTEMA

Na pesquisa em Transporte, uma noção que, historicamente, tem tido uma função estrutural é a de sistema. Diversas definições foram apresentadas por diferentes autores, principalmente no que concerne a composição do sistema de transporte. No momento, limitar-se-á a abordar apenas a noção, e respectiva definição, de sistema. Sobre isso, Bunge (1979, p.16) comenta sobre a existência de diversos trabalhos sobre o assunto, mas que todos eles podem ser redutíveis a uma de três definições mais gerais, que se tornaram bastante populares, mas, ao seu ver, inadequadas, a saber: (i) a primeira, entende sistema como “um conjunto de elementos inter-relacionados”; (ii) a segunda, define sistema como uma “caixa-preta” com “*inputs*” (entradas) e “*outputs*” (saídas); e, (iii) a terceira que afirma que sistemas são relações binárias.

Para compreender a razão pela qual Bunge julga inadequadas as definições correntes, é necessário fazer referência ao seu modelo ontológico e sua teoria específica de sistemas. Inicialmente, ele apresenta a distinção entre agregado e sistema. Para Bunge (1979, p.4), agregado é

*(...) uma coleção de itens sem qualquer vínculo entre eles, e portanto, sem integridade e unidade. Agregados podem ser tanto conceituais quanto concretos (materiais). Um agregado conceitual é um conjunto (mas nem todo conjunto é um agregado conceitual: um conjunto dotado de uma estrutura é um sistema conceitual). Um agregado concreto ou material, por outro lado, é uma coisa composta, cujos componentes não estão acoplados, ligados, conectados ou vinculados, tal qual um campo constituído por dois outros campos superpostos (...)<sup>50</sup>*

---

<sup>50</sup> “(...) a collection of items not held together by bonds, and therefore lacks integrity or unity. Aggregates can be either conceptual or concrete (material). A conceptual aggregate is a set. (But not every set is a conceptual aggregate: a set equipped with a structure is a conceptual system.) A concrete or material aggregate, on the other hand, is a compound

e sistema é

*(...) um objeto complexo, cujos componentes são interrelacionados. Se os componentes são conceituais, assim também é o sistema; se são concretos ou materiais, então eles constituem um sistema concreto ou material. Uma teoria é um sistema conceitual, uma escola é um sistema concreto do tipo social.*<sup>51</sup>.

Retomando as definições de sistemas apresentadas inicialmente, à luz da concepção de Bunge, fica mais fácil entender por quais razões ele as julga inadequadas. A primeira, que define sistema como um conjunto de elemento inter-relacionados, se limita apenas a sistemas conceituais, uma vez que conjunto é uma noção abstrata e imaterial. A segunda definição é interessante desde que a estrutura interna do sistema não seja relevante (Bunge, 1979, p.16). Na terceira aceção, sistema é apenas um objeto conceitual (relações binárias).

#### **4.4.1 Conceito e Definição Geral de Sistema**

Em discurso não-formalizado, Bunge (1979, p.4) afirma que qualquer sistema tem uma composição definida, um ambiente definido e uma estrutura definida. A composição do sistema é o conjunto de seus componentes; o ambiente, o conjunto de itens com os quais ele está conectado; e a estrutura, as relações entre seus componentes, bem como entre estes e os elementos do ambiente.

Cabe observar, ainda, que o autor admite apenas a existência de dois tipos de sistema (no que diz respeito à natureza de seus componentes): concretos e conceituais. Ele afirma (Bunge, 1979, p.4)

*Esses são os únicos reinos que reconhecemos: conceitual e concreto (material). Não temos serventia para sistemas mistos tal como a teoria*

---

thing, the components of which are not coupled, linked, connected, or bonded, such as a field constituted by two superposed fields (...)"

<sup>51</sup> "(...) a complex object, the components of which are interrelated rather than loose. If the componentes are conceptual, so is the system; if they are concrete or material, then they constitute a concrete or material system. A theory is a conceptual system, a school a concrete system of the social kind".

do “Mundo 3” de Popper, que alega ser composto por objetos conceituais, tais como teorias, e por objetos materiais, tais como livros(...).<sup>52</sup>

e explica

*Não temos serventia pois, para se falar sobre associação ou combinação de dois itens, nós precisamos especificar o vínculo ou operação de associação. E, enquanto as teorias matemáticas especificam a forma como itens conceituais combinam, e teorias ontológicas e científicas cuidam da combinação de itens concretos (materiais), nenhuma teoria conhecida especifica a forma pela qual itens conceituais poderiam combinar com itens concretos - e nenhuma experiência sugere que esses híbridos existam.*<sup>53</sup>

Tendo abordado estes pontos, pode-se apresentar a primeira formalização do conceito de sistema conforme proposto por Bunge (1979, p.5). Seja  $T$  um conjunto não-vazio. Então, o terno ordenado  $\sigma = \langle \mathcal{C}, \mathcal{E}, \mathcal{S} \rangle$  é (ou representa) um sistema sobre  $T$ , se  $\mathcal{C}$  e  $\mathcal{E}$  são subconjuntos mutuamente excludentes de  $T$  (ex.  $\mathcal{C} \cap \mathcal{E} = \emptyset$ ), e  $\mathcal{S}$  é um conjunto não-vazio de relações na união de  $\mathcal{C}$  e  $\mathcal{E}$ . O sistema é conceitual se  $T$  é um conjunto de itens conceituais, e concreto (ou material) se  $T \subseteq \Theta$  é um conjunto de entidades concretas, ex. coisas (para a definição precisa de coisa, ver Bunge, 1977, cap. 1 a 3).

Entretanto, segundo o autor, para se obter a definição adequada, as noções de composição (C), ambiente (E) e estrutura (S) precisam ser formalizadas. Essas formalizações, conforme propostas por Bunge, é apresentada a seguir, especificamente para os sistemas concretos.

---

<sup>52</sup> These are the only kingdoms we recognize: conceptual and concrete. We have no use for mixed systems, such as Popper’s “world 3” theory, allegedly composed of conceptual objects such as theories, as well as concrete objects, such as books (...).”

<sup>53</sup> “We do not because, in order to be able to speak of the association or combination of two items, we must specify the association bond or operation. And, while mathematical theories specify the way conceptual items combine, and ontological and scientific theories take care of the combination of concrete items, no known theory specifies the manner whereby conceptual items could combine with concrete ones - and no experience suggests that such hybrids exist.”

#### 4.4.2 Definição de Sistema Concreto por Bunge

Para compreender a definição de sistema dada por Bunge, é necessário ter as definições de A-composição, A-ambiente e A-estrutura - esclarecendo que o 'A' corresponde ao vocábulo atômico. Neste texto, as notações serão as mesmas utilizadas no texto original de Bunge.

Conforme entende o autor, a composição de um sistema não é apenas uma coleção de suas partes, mas o conjunto de seus "átomos". E define, simbolicamente, a composição absoluta e a A-composição da seguinte forma (Bunge, 1979, p.5-6):

Seja  $A \subseteq \Theta$  uma classe de coisas e  $x$  uma coisa qualquer (ex.  $x \in \Theta$ ). A composição (absoluta) de  $x$  é o conjunto de suas partes:

$$\mathcal{C}(x) = \{x \in \Theta \mid y \sqsubset x\} \quad (1)$$

onde:

$\mathcal{C}(x)$ : Composição absoluta de  $x$   
' $y \sqsubset x$ ', designa "y é parte de x"

E a A-composição de  $x$  é o conjunto de suas A-partes (coisas do tipo 'A'):

$$\mathcal{C}_A(x) = \mathcal{C}(x) \cap A = \{y \in A \mid y \sqsubset x\} \quad (2)$$

onde:

$\mathcal{C}_A(x)$ : A-composição de  $x$

Para avançar na compreensão de sistema, Bunge (1979, p.6) introduz o conceito de ligação, conexão ou acoplamento entre componentes de uma coisa. Para ele, esse conceito - de conexão - é distinto de relações como "ser mais velho", "estar ao lado" etc. Duas coisas estão conectadas quando pelo menos uma delas age sobre a outra. E, se uma coisa age sobre outra, ela modifica a linha de comportamento, trajetória ou história da última.

A relação de ação é simbolizada da seguinte forma: se uma coisa  $a$  age sobre uma coisa  $b$  escreve-se que ' $a \triangleright b$ '.

A noção de A-ambiente de uma coisa  $x$  com uma A-composição  $\mathcal{C}_A(x)$  é definida como o conjunto de todas as coisas, que não estão contidas em  $\mathcal{C}_A(x)$ , que agem sobre, ou recebem a ação de  $\mathcal{C}_A(x)$ . Na linguagem formal adotada por Bunge, escreve-se:

$$\mathcal{E}_A(x) = \{y \in \Theta \mid \neg(y \in \mathcal{C}_A(x)) \& (\exists x)(z \sqsubset x \& (y \triangleright z \vee z \triangleright y))\} \quad (3)$$

onde

$\mathcal{E}_A(x)$ : A-Ambiente de  $x$

$\mathcal{C}_A(x)$ : A-Composição de  $x$

Por fim, a estrutura é o conjunto de todas as relações entre os componentes de uma coisa, bem como as relações entre estas e as coisas no ambiente. A formalização da definição de estrutura, para um sistema concreto, é apresentada no próximo item.

#### 4.4.3 Formalização das Características de Sistema Concreto por Bunge

Um objeto é um sistema concreto se, e somente se, for composto por pelo menos duas coisas diferentes e conectadas (Bunge, 1979, p.6).

As três características de um sistema, cujas noções foram adiantadas no subitem anterior, são (Bunge, 1979, p.7):

Seja  $\sigma \in \Sigma$  um sistema concreto e  $A \subset \Theta$  uma classe de coisas. A *A-composição* de  $\sigma$  no tempo  $t$  é o conjunto de todas as suas A-partes em  $t$ . Na linguagem formal de Bunge escreve-se:

$$\mathcal{C}_A(\sigma, t) = \{x \in A \mid x \sqsubset \sigma\} \quad (4)$$

O *A-ambiente* de  $\sigma$  no tempo  $t$  é o conjunto de todas as coisas do tipo  $A$ , que não são componentes de  $x$ , mas que agem ou sofrem a ação de componentes de  $\sigma$  no tempo  $t$ . Em termos formais da linguagem utilizada por Bunge, escreve-se como segue:

$$\mathcal{E}_A(\sigma, t) = \{x \in A \mid x \notin \mathcal{C}_A(\sigma, t) \& (\exists y)(y \in \mathcal{C}_A(\sigma, t)) \& (x \triangleright y \vee y \triangleright x)\} \quad (5)$$

O *A-estrutura* de  $\sigma$  no tempo  $t$  é o conjunto de relações, em particular conexões, entre os componentes de  $\sigma$ , e entre estes e as coisas no *A-ambiente* de  $\sigma$  no tempo  $t$ . Em termos formais da linguagem utilizada por Bunge, escreve-se da seguinte forma:

$$\mathcal{C}_A(\sigma, t) = \{R_i \in \mathbb{B}_A(\sigma, t) \cup \overline{\mathbb{B}}_A(\sigma, t) \mid \mathbb{B}_A(\sigma, t) \neq \emptyset \ \& \ 1 \leq i \leq n\} \quad (6)$$

Onde:

$\mathbb{B}_A(\sigma, t)$ : conjunto de conexões

$\overline{\mathbb{B}}_A(\sigma, t)$ : conjunto de relações que não são de conexão

$R_i$ : uma relação qualquer

#### 4.4.4 Sobre o conhecimento exaustivo e mínimo de um Sistema

Havendo definido o que é um sistema, Bunge(1979, p.8) fala sobre o que seria conhecimento exaustivo daquele. Segundo ele,

*um conhecimento exaustivo de um sistema deve compreender os seguintes itens: (a) a composição, o ambiente e a estrutura de um sistema; (b) a história do sistema (particularmente se for um sistema biológico ou social); e, (c) as leis do sistema.*<sup>54</sup>

Mas ele reconhece que, se tratando de sistemas complexos, dificilmente esse conhecimento é possível de ser adquirido. Assim sendo, ele propõe o modelo mínimo de um sistema dizendo

*(...) para se poder falar sobre sistemas, devemos saber pelo menos sua composição, seu ambiente e sua estrutura. Então, podemos dizer o modelo constituído pelo terno ordenado*

$$s_A(\sigma, t) = \langle \mathcal{C}_A(\sigma, t), \mathcal{E}_A(\sigma, t), \mathcal{L}(\sigma, t) \rangle$$

---

<sup>54</sup> “An exhaustive knowledge of a system would comprise the following items: (a) the composition, the environment and the structure of a system; (b) the history of the system (particularly if this is a biosystem or a sociosystem), and (c) the laws of the system.”

*é o modelo mínimo do sistema  $\sigma$  no tempo  $t$ .*<sup>55</sup>

Dessa forma, Bunge estabelece que o conhecimento mínimo de qualquer sistema requer, pelo menos, o conhecimento de sua composição, de seu ambiente e de sua estrutura. Essa idéia tem grande utilidade quando se considera que a noção de “sistema de transporte” tem tido importância central nos esforços de pesquisa na área. Por exemplo, se é necessário conhecer um sistema de transporte, qual o modelo mínimo a ser representado? A definição proposta por Bunge orienta nessa questão.

#### **4.4.5 Sistemas abertos e fechados**

Na literatura sobre sistemas, comumente se fala em sistemas abertos e fechados. De maneira geral, a literatura mais comum coloca contornos pouco formalizados sobre o que seria precisamente a noção do que seria um ou o outro (a Teoria Geral de Sistemas de Bertalanffy é um exemplo). Bunge, pelo contrário, oferece uma definição precisa, coerente com seu sistema ontológico. Para Bunge (1979, p.9) a definição de sistema fechado e aberto é como segue:

Seja  $\sigma$  um sistema de ambiente  $\mathcal{E}_A(\sigma, t)$ . Então,  $\sigma$  é fechado em  $t$  se, e somente se,  $\mathcal{E}_A(\sigma, t) = \emptyset$  - caso contrário  $\sigma$  é aberto.

Isso significa que um sistema é aberto apenas se ele possuir um ambiente não-vazio, o que implica na existência de relacionamentos (ação, interação) entre os componentes do sistema e os elementos do ambiente.

Mas, antes de avançar cabe recuperar uma observação importante feita por Bunge (1979, p.9) sobre o ambiente:

*nossa definição de ambiente de um sistema como sendo o conjunto de todas as coisas ligadas aos componentes do sistema deixa claro que se*

---

<sup>55</sup> (...)in order to be able to speak of systems at all we should know at least their composition, their environment and their structure. Thus we can say that the model constituted by the ordered triple

$s_A(\sigma, t) = \langle \mathcal{E}_A(\sigma, t), \mathcal{E}_A(\sigma, t), \emptyset(\sigma, t) \rangle$  is the minimal model of system  $\sigma$  at time  $t$ .”

*trata do ambiente imediato e não o total - ex. o conjunto de todas as coisas que não são parte do sistema.*<sup>56</sup>

Essa observação apenas enfatiza o que já foi exposto na definição de *A-ambiente*, apresentada anteriormente. Isso auxiliar a evitar o curso do pensamento para abranger toda a existência.

Ainda sobre a noção de sistema aberto e fechado, Bunge (1979, p.10) a sofisticada, incluindo a noção de que um sistema pode ser aberto e fechado em diferentes aspectos.

Seja  $P$  uma propriedade de um sistema  $\sigma$  num ambiente  $\mathcal{E}_A(\sigma, t)$ . Então  $\sigma$  é aberto a respeito de  $P$  em  $t$  se, e somente se,  $P$  está relacionado, em  $t$ , a ao menos uma propriedade de coisas em  $\mathcal{E}_A(\sigma, t)$  - do contrário é fechado a respeito de  $P$ .

Como corolário desta definição, segundo Bunge, tem-se que um sistema é fechado (totalmente) se, e somente se, for fechado sob qualquer aspecto. Isso que dizer que, no uso estrito, quando se estuda um sistema, ao se afirmar que ele é aberto ou fechado deve-se apontar sob que aspecto ele assim o é. Caso contrário, em conformidade com o que foi aqui apresentado, poder-se-ia entender, equivocadamente, que ele é aberto sob todos os aspectos, ou fechado sob todos os aspectos, quando, na verdade, é fechado ou aberto em apenas alguns aspectos.

Vale lembrar que tudo o que está sendo abordado nesse capítulo tem caráter instrumental, e será de grande valia não apenas no desenvolvimento futuro deste trabalho, mas também na manipulação coerente e consistente de conceitos e teorias no desenvolvimento de outros trabalhos meta-científicos e científicos.

Dando continuidade à constituição da base instrumental para este trabalho, o item seguinte aborda as noções de estrutura interna, externa e espacial, este último bastante comum na literatura sobre sistemas de transporte.

---

<sup>56</sup> “Our definition of environment of a system as the set of all things coupled with components of the system makes it clear that it is the immediate environment, not the total one - i.e. the set of all things that are not parts of the system.”

#### 4.4.6 Estrutura Interna, Externa e Espacial (Configuração)

Quando se aborda sistemas, o que inevitavelmente ocorre com a área de transportes (ex. engenharia dos sistemas de transporte), o refinamento da idéia de estrutura mostra-se interessante para a análise desse objeto de estudo. Afinal, o modelo da “caixa-preta” não é satisfatório por mascarar uma série de determinantes. Sabendo isso, é interessante distinguir estrutura interna de externa, bem como de estrutura espacial, ou configuração.

Bunge (1979, p.10) fornece uma definição para esses elementos. Ele entende que estrutura interna é um subconjunto da estrutura total formada pelas relações entre os componentes do sistema. Por conseguinte, a estrutura externa é o complemento da estrutura interna em relação a estrutura total. Apesar de Bunge não ter escrito ele mesmo, em linguagem formal - adotando notações de Bunge (1979), Gomes(s.d.) e Mortari (2001)- poder-se dizer,

$$S_I(\sigma, t) = \{R^2xy \in \mathcal{O}_A(\sigma, t) \mid x \in \mathcal{C}_A(\sigma, t) \wedge y \in \mathcal{C}_A(\sigma, t) \wedge x \neq y\} \quad (8)$$

$$S_E(\sigma, t) = (\mathcal{O}_A(\sigma, t) - S_I(\sigma, t)) \quad (9)$$

onde:

$S_I(\sigma, t)$ : estrutura interna do sistema

$S_E(\sigma, t)$ : Estrutura externa do sistema

$R^2xy$ : uma relação binária de  $x$  com  $y$

$\mathcal{C}_A(\sigma, t)$ : A-composição do sistema  $\sigma$  em  $t$

Mas, além da estrutura interna e externa, existe uma outra noção, a de configuração (ou estrutura espacial) que também tem tido importância no estudo dos transportes. Inicialmente, há de se distinguir a noção de configuração da de forma (no inglês, “*shape*”), uma vez que, segundo Bunge(1979, p.10-11), no que diz respeito a sistemas, alguns são desprovidos de forma mas providos de configuração ou estrutura espacial. Ainda segundo Bunge (1979, p.11), todo sistema é provido de estrutura e configuração.

*Seja  $\sigma$  um sistema concreto com uma A-Estrutura  $\mathcal{O}(\sigma, t)$  no tempo  $t$ .*

*Então*

(i) a A-Estrutura interna de  $\sigma$  no tempo  $t$  é um subconjunto de  $\mathcal{A}(\sigma, t)$  composto pelas relações entre as A-partes de  $\sigma$  em  $t$ ;

(ii) a configuração (ou estrutura espacial) de  $\sigma$  em  $t$  é o subconjunto de  $\mathcal{A}(\sigma, t)$  composto de relações espaciais entre as A-partes de  $\sigma$  em  $t$ .<sup>57</sup>

Observe que, segundo a definição apresentada, a estrutura interna e a configuração são subconjuntos da estrutura do sistema.

#### 4.4.7 Subsistemas

Assim como a noção de sistema, a idéia de subsistema também tem sido utilizada na literatura da área de transporte - ex. subsistema rodoviário, ferroviário, etc. Esse uso, entretanto, tem sido informal e, por isso, tem levado a confusões conceituais, principalmente quando a complexidade do sistema teórico aumenta. A teoria de Bunge fornece elementos para contornar essa situação.

Dando prosseguimento ao sistema ontológico de Bunge, a definição de subsistema é apresentada. Ela, juntamente com a definição de sistema, terá importância instrumental e fundamental no desenvolvimento da base da pesquisa em transportes, uma vez que, como será apresentado mais adiante, o sistema de transporte tem papel central nos fenômenos de transporte, e a noção de subsistema tem grande valor para o desenvolvimento de teorias e a investigação dos sistemas de transporte.

A definição de Bunge (1979, p.11) para subsistema está formalizada como segue:

*Seja  $\sigma$  um sistema com composição  $\mathcal{C}(\sigma, t)$ , ambiente  $\mathcal{E}(\sigma, t)$  and estrutura  $\mathcal{A}(\sigma, t)$  no tempo  $t$ . Então uma coisa  $x$  é um subsistema de  $\sigma$  no tempo  $t$ , ou  $x \prec \sigma$ , se, e somente se,*

*(i)  $x$  é um sistema no tempo  $t$ ; e,*

---

<sup>57</sup> “Let  $\sigma$  be a concrete system with a A-structure  $\mathcal{A}(\sigma, t)$  at time  $t$ . Then (i) the internal A-structure of  $\sigma$  at time  $t$  is a subset of  $\mathcal{A}(\sigma, t)$  composed of the relations among the A-parts of  $\sigma$  at  $t$ ; (ii) the configuration (or spatial structure) of  $\sigma$  at  $t$  is the subset of  $\mathcal{A}(\sigma, t)$  composed of the spatial relations among the A-parts of  $\sigma$  at  $t$ .”

$$(ii) \quad \mathcal{C}(x,t) \subseteq \mathcal{C}(\sigma,t) \ \& \ \mathcal{E}(x,t) \subseteq \mathcal{E}(\sigma,t) \ \& \ \mathcal{O}(x,t) \subseteq \mathcal{O}(\sigma,t)$$

Por definição, a relação de subsistema  $\prec$  é uma relação de ordem, (é reflexiva, assimétrica, e transitiva. Então, particularmente, se  $\sigma_1 \prec \sigma_2$  and  $\sigma_2 \prec \sigma_3$ , então  $\sigma_1 \prec \sigma_3$ .<sup>58</sup>

Em relação a subsistema, a noção de nível tem lugar fundamental. Os termos ‘nível’ e ‘hierarquia’ tem sido usados de diversas formas, e muitas vezes não são definidos. A idéia de nível, explicada de forma intuitiva, diz que: as coisas de um dado nível são compostas por coisas que pertencem a níveis precedentes. (Bunge, 1979, p.13).

Escrita de forma mais precisa, a definição de nível é apresentada por Bunge (1979, p.13) como segue:

Seja  $L = \{L_i \mid 1 \leq i \leq n\}$  uma família de  $n$  conjuntos não-vazios de coisas concretas. Então

(i) Um nível precede outro se, e somente se, todas as coisas no último são compostas por coisas (no todo ou em parte) do primeiro. Por exemplo, para qualquer  $L_i$  and  $L_j$  in  $L$ ,

$$L_i \leq L_j =_{df} (\forall x)[x \in L_j \Rightarrow (\exists y)(y \in L_i \ \& \ y \in \mathcal{C}(x))]$$

(ii) Uma coisa pertence a determinado nível se, e somente se, ela for composta por coisas (de algum ou todos) de níveis anteriores. Por exemplo, para qualquer  $L_i \in L$ , for any  $x$  in  $L_i$ ,

$$x \in L_i =_{df} \mathcal{C}(x) \subset \bigcup_{k=1}^{i-1} L_k ;$$

(iii)  $\mathcal{Q} = \langle L, < \rangle$  é uma estrutura de nível<sup>59</sup>

<sup>58</sup> “Let  $\sigma$  be a a system with composition  $\mathcal{C}(\sigma,t)$ , environment  $\mathcal{E}(\sigma,t)$  and structure  $\mathcal{O}(\sigma,t)$  at time  $t$ . Then a thing  $x$  is a subsystem of  $\sigma$  at  $t$ , or, iff (i)  $x$  is a system at time  $t$ , and (ii)  $\mathcal{C}(x,t) \subseteq \mathcal{C}(\sigma,t) \ \& \ \mathcal{E}(x,t) \subseteq \mathcal{E}(\sigma,t) \ \& \ \mathcal{O}(x,t) \subseteq \mathcal{O}(\sigma,t)$ . By definition, the subsystem relation  $\prec$  is an order relation, i.e. it is reflexive, asymmetric, and transitive. So, in particular, if  $\sigma_1 \prec \sigma_2$  and  $\sigma_2 \prec \sigma_3$ , then  $\sigma_1 \prec \sigma_3$ .”

<sup>59</sup> Let  $L = \{L_i \mid 1 \leq i \leq n\}$  be a family of  $n$  nonempty sets of concrete things. Then (i) one level precedes another iff all the things in the latter are composed of things in (some or all of) the latter. I.e. for any  $L_i$  and  $L_j$  in  $L$ ,

Bunge (1979, p.13-14) observa ainda os seguintes pontos. Primeiro, que o nível não é uma coisa, e sim um conjunto, portanto, um conceito. Sendo um conceito, um nível não pode agir sobre outro, não pode nem comandar nem obedecer. Falar em interferência de um nível sobre outro, ou de ação de um nível sobre outro tem apenas sentido metafórico. O segundo ponto é que a relação entre níveis não é a de parte-todo, tampouco a de inclusão. A relação é *sui generis* e definida nos termos da primeira. O terceiro ponto observado é que a noção de precedência entre níveis, caso se mantenha fiel à definição apresentada, não é obscura ou confusa (assim, não é coerente falar em “os níveis  $L_i$  são inferiores a  $L_j$ ”). Quarto, não é correto chamar a estrutura de nível como “hierarquia”. Por fim, o conceito de nível é estático e não assume nada sobre origem, modos de composição de sistemas em termos de evolução.

#### 4.4.8 Montagem<sup>60</sup> e Emergência<sup>61</sup>

Outras noções interessantes enriquecem a teoria de Bunge e lançam sobre a área da pesquisa em Transportes possibilidades teoricamente bastante fecundas. Dentre essas noções, falar-se-á, agora, sobre as idéias de montagem e emergência.

Qualquer processo no qual um sistema é originado a partir de seus componentes é chamado de “montagem”. Esse processo pode ser espontâneo ou induzido, ou, ainda, acontecer em um ou mais estágios. O processo de montagem pode ser também natural ou artificial (e esse último pode ser dividido em experimental ou industrial).

Sobre a montagem, Bunge (1979, p.27) define

*Seja  $x$  um coisa concreta composta, inicialmente, por partes não-ligadas (possivelmente sistemas) – isto é  $\mathbb{B}(x,t) = \emptyset$ . Então*

---

$L_i \leq L_j =_{df} (\forall x)[x \in L_j \Rightarrow (\exists y)(y \in L_i \ \& \ y \in \mathcal{P}(x))]$ ; (ii) a thing belongs to a given level iff it is composed of things in (some or all of) the precedings levels. I.e. for any  $L_i \in L$ , for any  $x$  in  $L_i$ ,  $x \in L_i =_{df} \mathcal{P}(x) \subset \bigcup_{k=1}^{i-1} L_k$ ; (iii)  $\mathcal{L} = \langle L, < \rangle$  is a level structure.

<sup>60</sup> Tradução do termo “assembly” do inglês.

<sup>61</sup> Tradução do termo “emergence” do inglês.

(i) *x* se transforma em *y* no tempo  $t' > t$  se, e somente se, *y* é um sistema com a mesma composição que *x* mas com um conjunto não-vazio de ligações, isto é

$$\mathcal{C}(y, t') = \mathcal{C}(x, t) \ \& \ \mathbb{B}(y, t') \neq \emptyset$$

(ii) o processo de montagem é dito de auto-montagem se, e somente se, o agregado *x* se torna por si próprio [isto é, naturalmente ao invés de artificialmente] o sistema *y*;

(iii) o processo de auto-montagem é dito de auto-organização se, e somente se, o sistema resultante for composto de subsistemas que não existiam antes do início do processo.<sup>62</sup>

Nessa passagem tem-se a formalização do conceito de montagem dentro da teoria de Bunge, bem como a definição do processo de auto-montagem e auto-organização. Os processos artificiais de montagem são guiados/provocados pelo homem. Cabe observar que existem diferentes níveis de controle sobre esse processo, assim como a montagem de uma máquina é um processo bem mais controlado do que a formação de uma molécula. Os processos de auto-montagem e auto-organização, apesar de serem muito comuns na natureza, são também possíveis de ocorrer no nível social (formação de famílias, comunidades, organizações sociais).

Bunge (1979, p.28) explicita o seguinte postulado:

*Todos os sistemas, exceto o universo, se originam por montagem.*<sup>63</sup>

Bunge (1979, p. 29) introduz a noção de emergência dentro de sua teoria de sistemas.

*Seja x uma coisa e  $t \in T$  um instante no tempo, e introduza uma função p que atribui o par ordenado  $\langle x, t \rangle$  o conjunto  $P(x, t)$  de todas as*

---

<sup>62</sup> Let *x* be a concrete thing composed initially of uncoupled parts (possibly systems themselves), i.e. such that  $\mathbb{B}(x, t) = \emptyset$ . Then (i) *x* assembles into *y* at time  $t' > t$  iff *y* is a system with the same composition as *x* but a nonempty bondage, i.e.  $\mathcal{C}(y, t') = \mathcal{C}(x, t) \ \& \ \mathbb{B}(y, t') \neq \emptyset$ ; (ii) the assembly process is one of self-assembly iff the aggregate *x* turns by itself [i.e. naturally rather than artificially] into system *y*; (iii) the self-assembly process is one of self-organization iff the resulting system is composed of subsystems that were not in existence prior to the onset of the process.

<sup>63</sup> “All systems, except the universe, originate by assembly.”

propriedades de  $x$  em  $t$ . Assim,  $p$  é a função  $p: \Theta \times T \rightarrow 2^{\mathbb{P}}$ , na qual  $\Theta$  é o conjunto de todas as coisas,  $T$  é o conjunto de todos os instantes, e  $2^{\mathbb{P}}$  é uma família de subconjuntos do conjunto  $\mathbb{P}$  de todas as propriedades gerais das coisas. Uma mudança na coisa  $x$  pode ser vista como uma certa mudança de estado de  $x$ . Já que  $x$  não é substituído durante a mudança de estado, podemos utilizar uma função mais simples

$p_x: T \rightarrow 2^{\mathbb{P}}$  tal que  $p_x(t) = p(x, t)$ .

Em suma,  $p_x(t)$  é uma coleção de propriedades da coisa  $x$  no tempo  $t(\dots)$

Agora, sejam  $t$  e  $t'$  dois instantes distintos, tal que  $t$  precede  $t'$ . Os valores correspondentes de  $p_x$  são, obviamente,  $p_x(t)$  e  $p_x(t')$ . Se esses dois conjuntos de propriedades forem idênticos, então a coisa não mudou qualitativamente. Se forem não-idênticos, então a coisa ganhou ou perdeu algumas propriedades. Neste caso, as novas propriedades ganhas são ditas emergentes para essa coisa, mesmo que elas possam ser possuídas também por outras coisas.<sup>64</sup>

E define (Bunge, 1979, p.30)

*Seja  $x$  uma coisa com propriedades  $p_x(t)$  no tempo  $t$ , e propriedades  $p_x(t')$  em  $t' > t$ . Então*

*(i) a novidade qualitativa total ocorrendo em  $x$  durante o intervalo  $[t, t']$  é a diferença simétrica*

---

<sup>64</sup> Call  $x$  a thing and  $t \in T$  an instant of time, and introduce a function  $p$  that assigns the ordered couple  $\langle x, t \rangle$  the set  $p(x, t)$  of all the properties of  $x$  at  $t$ . That is,  $p$  is a function  $p: \Theta \times T \rightarrow 2^{\mathbb{P}}$ , where  $\Theta$  is the set of all things,  $T$  the set of all instants, and  $2^{\mathbb{P}}$  the family of subsets of the set  $\mathbb{P}$  of all general properties of things. A change in thing  $x$  can be viewed as certain change of state of  $x$ . Since  $x$  is held fixed throughout that change of state, we can use the simpler function  $p_x: T \rightarrow 2^{\mathbb{P}}$  such that  $p_x(t) = p(x, t)$ . In short,  $p_x(t)$  is the collection of properties of thing  $x$  at time  $t$ . (...)

Now let  $t$  and  $t'$  be two distinct instantes, such that  $t$  precedes  $t'$ . The corresponding values of  $p_x$  are of course  $p_x(t)$  and  $p_x(t')$ . If these two sets of properties are the same, then the thing has not changed qualitatively. If they are different, then the thing has gained or lost some properties. If the latter is the case, the newly gained properties will be said to be emergent to the given thing, even though they may be possessed by other things as well.

$$n_x(t,t') = p(x,t) \Delta \bigcup_{t < \tau < t'} p_x(\tau);$$

(ii) as propriedades emergentes que aparecem em  $x$  durante o intervalo  $[t,t']$  são aquelas em

$$e_x(t,t') = \bigcup_{t < \tau < t'} p_x(\tau) - p_x(t).^{65}$$

Bunge postula que todo processo de montagem é acompanhado pela emergência de algumas propriedades e a perda de outras. Um sistema não possui algumas propriedades de seus precursores mas, por outro lado, possui algumas propriedades novas. Para esclarecer, precursores de um sistema são os componentes de um sistema auto-montado. Um sistema não surge do nada, mas emerge de coisas pré-existentes (seus precursores).

Vistas as noções de montagem e emergência, cabe ainda discorrer brevemente sobre a noção de seleção.

#### 4.4.9 Seleção

A noção de seleção emerge do fato de que sistemas são formados a todo tempo mas nem todos eles são viáveis nos ambientes nos quais emergem. A inadequação de um sistema pode se dar tanto por instabilidade interna como também por incapacidade de suportar a agressividade do ambiente. Segundo Bunge (1979, p.30), o ambiente seleciona os sistemas mais aptos, e formula essa idéia como segue:

*Nós assumimos que todo ambiente exerce uma ação de seleção, ou filtro, em qualquer população de sistemas de algum tipo. Essa ação seletiva consiste em reduzir a população  $S$  original a algum subconjunto  $A$  de  $S$ , denominada de coleção viável ou de membros adaptados de  $S$ . Um ambiente permissivo é aquele tal que  $A$  é quase tão grande quanto o*

---

<sup>65</sup> “Let  $x$  be a thing with properties  $p_x(t)$  at time  $t$ , and properties  $p_x(t')$  at a later time  $t' > t$ . Then (i) the total qualitative novelty occurring in  $x$  during the interval  $[t,t']$  is the symmetric difference  $n_x(t,t') = p(x,t) \Delta \bigcup_{t < \tau < t'} p_x(\tau)$ ; (ii) the emergent properties that appear in  $x$  during interval  $[t,t']$  are those in  $e_x(t,t') = \bigcup_{t < \tau < t'} p_x(\tau) - p_x(t)$ .”

conjunto  $S$  original, enquanto que um ambiente severo irá reduzir  $A$  a um muito pequeno, possivelmente nulo, subconjunto  $A$  de  $S$ <sup>66</sup>.

E formaliza da seguinte forma:

Seja  $S$  um conjunto de sistemas de um dado tipo  $K$ , montados durante um intervalo de tempo num dado ambiente  $E = \mathcal{E}(\sigma)$  comuns a todos os  $\sigma \in S$ . Além disso, chame  $i_E : S \rightarrow A_E$  a função de inclusão de  $S$  em  $A_E$ , onde  $A_E \subseteq S$  (ou seja,  $i_E(x) = x$  para todo  $x$  em  $A_E$ ). Então

(i) o Ambiente  $E$  exerce a ação seletiva

$$i_E : S \rightarrow A_E$$

na população  $S$  se, e somente se, durante o próximo intervalo de tempo, apenas os membros do ambiente  $A_E$  permanecerão em  $S$ ;

(ii)  $A_E$  é o conjunto de sistemas do tipo  $K$  selecionados pelo (ou adaptados ao) ambiente  $E$ , e  $\overline{A_E} = S - A_E$  a coleção de sistemas do mesmo tipo eliminados por (ou não adaptados a)  $E$ , durante o dado intervalo de tempo;

(iii) a pressão de seleção exercida por  $E$  em  $S$  é o número

$$p(S, E) = \frac{|\overline{A_E}|}{|S|} = 1 - \frac{|A_E|}{|S|}$$

onde  $|X|$  designa a numerosidade do conjunto  $X$ .

É claro que os valores de  $p$  variam entre 0 (adaptação total) e 1 (inadaptação total).<sup>67</sup>

<sup>66</sup> “We assume that every environment performs a selective or filtering action on any population of systems of some kind. This selective action consists in shrinking of the original population  $S$  to some subset  $A$  of  $S$ , namely the collection of viable or adapted members of  $S$ . A permissive environment is such that  $A$  is almost as big as the original  $S$ , whereas a harsh environment will reduce  $A$  to a very small, possibly empty, subset  $A$  of  $S$ .”

<sup>67</sup> “Let  $S$  be a set of systems of a given kind  $K$ , assembled during a time interval in a given environment  $E = \mathcal{E}(\sigma)$  common to all  $\sigma \in S$ . Further, call  $i_E : S \rightarrow A_E$  the inclusion function from  $S$  into  $A_E$ , where  $A_E \subseteq S$ . (I.e.  $i_E(x) = x$  for any  $x$  in  $A_E$ .) Then (i) the environment  $E$  exerts the selective action  $i_E : S \rightarrow A_E$  on the population  $S$  iff, during

Como parte de sua formalização, Bunge ainda postula que todos os sistemas estão sujeitos à seleção ambiental.

Outra noção trabalhada por Bunge (1979, p.32) é a de seleção consecutiva por dois ambientes distintos. Ele a formaliza da seguinte forma:

*Sejam E e E' dois diferentes e consecutivos ambientes de membros de uma população S de sistemas de algum tipo, e seja  $i_E$  e  $i_{E'}$  suas respectivas ações seletivas (durante os períodos consecutivos correspondentes). Então a ação seletiva resultante é a composição de duas ações seletivas parciais, ou seja*

$$i_{EE'} = i_E \circ i_{E'}$$

*e as pressões seletivas correspondentes equivalem a*

$$p(S, EE') = P(S, E) \cdot p(A_{E'}, E') = \left(1 - \frac{|A_E|}{|S|}\right) \cdot \left(1 - \frac{|A_{E'}|}{|A_E|}\right).^{68}$$

Segundo esse teorema, a ação seletiva de dois ambientes não é, de forma geral, comutativa. Se o primeiro ambiente é totalmente hostil, nada sobra para que o segundo selecione. Independentemente, o último ambiente sempre tem a “última palavra”, pois é o último “filtro” ao qual o sistema será submetido.

---

the next time interval, only the members of environment  $A_E$  remain in S; (ii)  $A_E$  is the set of systems of kind K selected by (or adapted to) the environment E, and  $\overline{A_E} = S - A_E$  the collection of systems of the same kind eliminated by (or ill adapted to) E, during the given time interval; (iii) the selection pressure exerted by E on S is the number  $p(S, E) = \frac{|A_E|}{|S|} = 1 - \frac{|\overline{A_E}|}{|S|}$ , where ‘|X|’ designates the numerosity of the set X. Clearly, the p values range between 0 (maximal fitness) and 1 (maximal unfitnes).”

<sup>68</sup> “Let E and E’ be two different consecutive environments of members of a population S of systems of some kind, and let  $i_E$  and  $i_{E'}$  be their respective selective actions (during the corresponding consecutive periods). Then the resulting selective action is the composition of the two partial selective actions, i.e.  $i_{EE'} = i_E \circ i_{E'}$  and the corresponding selection

pressures equals  $p(S, EE') = P(S, E) \cdot p(A_{E'}, E') = \left(1 - \frac{|A_E|}{|S|}\right) \cdot \left(1 - \frac{|A_{E'}|}{|A_E|}\right).$ ”

Bunge (1979, p.32) comenta ainda o caráter criativo dos ambientes. Essa criatividade deve-se ao fato de que todo ambiente de um sistema inclui outros sistemas, alguns dos quais são capazes de adquirir novas propriedades. Outro fator é que cada sistema é montado a partir de unidades fornecidas pelo ambiente, que oferecem oportunidades para auto-montagem e, portanto, para emergência.

Essas noções tem grande valia ao se considerar que diversas ações humanas tratam da produção ou de alterações de sistemas, tudo isso orientado por um objetivo ou propósito. Na pesquisa em Transportes, grande parte das preocupações é a produção de um sistema “ótimo”. A noção de um sistema “otimizado” poderia incorporar algumas dessas propriedades aqui exploradas.

#### **4.5 SISTEMA SOCIAL (SOCIEDADE HUMANA)**

Até agora, muito se falou sobre noções gerais e mais instrumentais de sistemas. Bunge trabalha diferentes gêneros em sua teoria a saber: Físico, Químico, Biológico, Social e Técnico. Para efeitos desse trabalho, será dada atenção exclusiva a esses dois últimos gêneros. A razão é que, como será visto no próximo capítulo, compreende-se que as questões de uma ciência dos Transportes são de natureza humana. E, assim sendo, essas noções serão especialmente úteis para a reflexão e formalização da natureza do fenômeno e do sistema de transporte.

Assim sendo, abordar-se-á os principais aspectos dos sistemas sociais sem a expectativa de esgotar todas as nuances presentes na teoria de Bunge.

##### **4.5.1 Aspectos Gerais da Noção de Sistema Social**

Um dos postulados principais para o desenvolvimento da idéia de sociedade humana é explicitado por Bunge (1979, p.186) como segue:

*Nós assumimos a (...) visão de que uma sociedade humana é uma sociedade animal com muitas e distintivas novas propriedades (...). Nós assumimos que os homens não são nem animais à mercê de sua*

*constituição genética e de seu ambiente, nem um ente espiritual livre semelhante a uma divindade: ao invés disso, o homem é um primata que trabalha e luta pelo saber, que constrói, mantém e transforma organizações sociais muito além do impulso genético ou do ambiente, e que cria culturas artísticas, tecnológicas e intelectuais, e que também joga (ou brinca). O Homem é faber e sapiens, oeconomicus e politicus, artifex e ludens.<sup>69</sup>*

Essa passagem resume a visão do humano que guia esta tese e que permeia as reflexões aqui desenvolvidas. Ter isso em mente é fundamental não apenas para compreender a teoria de Bunge sobre os sistemas sociais (Sociedade Humana e outros sociossistemas) mas também para poder criticar as decisões e encaminhamentos teóricos dados nesse trabalho.

Nenhum aspecto da humanidade pode ser compreendido sem referência aos cinco caracteres da natureza humana: o biológico, psicológico, econômico, cultural e político. Ou seja, não é possível compreender um sistema humano (uma sociedade humana) sem explorar esses diversos aspectos. Nas palavras de Bunge,

*A própria existência de uma sociedade humana – de sua economia, cultura e política - tem raízes biológicas que não podem ser cortadas, e restrições psicológicas que não podem facilmente ser alteradas. Não há como filosofar num estômago vazio e, de um certo ponto de vista, não há como subsistir sem pensar, cooperar e organizar (Bunge, 1979, p.186).<sup>70</sup>*

Como consequência desses partidos, uma série de características podem ser especificadas para um sistema social. A seguir serão vistas com mais detalhes essas características.

---

<sup>69</sup> “We take the (...) view that human society is an animal society with many and remarkable novel properties(...). We assume that man is neither an animal at the mercy of its genetic makeup and its environment, nor a free spiritual being akin to divinity: man is, instead, the primate that works and strives to know, that builds, maintains, and transform social organizations far beyond the call of the gene or the environment, and that creates artistic, technological, and intellectual cultures, and also plays. Man is faber and sapiens, oeconomicus and politicus, artifex and ludens.”

<sup>70</sup> “The very existence of human society – of its economy, culture, and policy – has biological roots that cannot be cut, and psychological constraints that cannot easily be bent. There is no philosophizing on an empty stomach and, from a certain point on, no subsistence without new thinking, cooperating, and organizing.”

#### 4.5.2 Característica de um Sistema Social (Sociedade Humana)

De acordo com Bunge (1979, p.188), as principais características de uma sociedade humana são:

- Alguns membros de toda sociedade humana realizam *trabalho* (se engajam na deliberada transformação de parte de seu ambiente (*homo faber*));
- Os trabalhadores utilizam *ferramentas* feitas sob determinados padrões e trabalham com elas seguindo regras ou *técnicas* que eles próprios inventaram, melhoraram ou aprenderam;
- Alguns membros de qualquer sociedade humana *gerenciam* (dirigem ou controlam, ou contribuem tanto para a direção quanto controle) atividades de outros membros; eles organizam ainda trabalho ou jogos, atividades de aprendizado e batalha;
- Alguns membros de qualquer comunidade humana se engajam (mesmo que não exclusivamente) em atividades culturais – pinturas, contos, desenvolvimento de ferramentas, cura, ensino, produção de conhecimento, etc. (*homo culturifex*);
- Todos os membros de qualquer sociedade humana dedicam algum tempo a diversão (*homo ludens*);
- Todos os membros de qualquer sociedade humana se comunicam com outros membros (embora não todos) da mesma sociedade, ou de outras, por meio de símbolos padronizados, em particular uma língua;
- Todos os membros de qualquer sociedade humana compartilham informação, serviços ou produtos com alguns outros membros da mesma sociedade;
- Todos os membros de qualquer sociedade humana aprendem atitudes, habilidades e informações não apenas de seus pais, mais também de outros membros de sua comunidade (por imitação ou pro ensino formal);
- Qualquer sociedade humana é dividida em grupos sociais, tais como famílias e associações profissionais;

- Qualquer sociedade humana perdura enquanto todo membro participar, em algum extensão, em diversas atividades sociais e percebe os benefícios de tal participação.

Nota deve ser feita que algumas dessas propriedades são compartilhadas por outras sociedades animais que não a humana (por exemplo, em sociedades de abelhas, seus membros fazem trabalho). Entretanto, a sociedade humana é a única sociedade animal que possui todas essas propriedades conjuntamente.

Listadas as propriedades mais gerais de uma sociedade humana, Bunge (1979, p.189-190) as define com base nos termos de sua teoria da seguinte forma:

*Um sistema concreto  $\sigma$  é uma sociedade humana (ou comunidade) se, e somente se,  $\sigma$  é uma sociedade animal tal que*

*(i) a composição  $\mathcal{C}(\sigma)$  de  $\sigma$  está incluída no conjunto de seres humanos (...);*

*(ii) o ambiente  $\mathcal{E}(\sigma)$  de  $\sigma$  contém alguns itens necessários à sobrevivência de alguns dos componentes de  $\sigma$  ;*

*(iii) a estrutura  $\mathcal{R}(\sigma)$  de  $\sigma$  equivale à união disjunta de dois conjuntos de relações,  $S$  e  $T$  – chamados de relações sociais e relações de transformação, respectivamente – tal que*

*(a)  $S$  inclui a relação de descendência biológica e todas as outras relações (de familiaridade) derivadas dela;*

*(b) todo membro do conjunto  $S$  de relações sociais é acompanhado por comunicação (fluxo de informação);*

*(c)  $S$  inclui relações de partilha (de bens e serviços) e de participação (em atividades sociais);*

*(d)  $S$  inclui um conjunto não vazio  $M \subset S$ , chamado gestão, tal que cada membro de  $M$  é uma relação em algum produto cartesiano de  $\mathcal{C}(\sigma)$  e representa algumas ações habituais de membros de  $\sigma$  sobre outros membros, consistindo em controlar certas relações em  $S$  (por exemplo, côrte e aprendizado) ou em  $T$  (ex.caçar e arar);*

(e) o conjunto  $T$  de relações de transformação inclui um conjunto não vazio  $W \subset T$ , chamado trabalho, tal que cada elemento de  $W$  é uma relação de um subconjunto de  $(\mathcal{C}(\sigma))^p \times (\mathcal{E}(\sigma))^q$ , com  $p, q \geq 1$ , sobre um subconjunto próprio não-vazio  $A$  de  $\mathcal{E}(\sigma)$ , representando a transformação habitual, por alguns membros de  $\sigma$ , de certas coisas em  $\mathcal{E}(\sigma)$  para coisas em  $A$  (ex. ferramentas de ferro) chamadas artefatos;

(iv) as relações sociais  $S$  e as relações de transformação  $T$  geram relações de equivalência induzindo partições de  $\sigma$  em grupos sociais (diferenciação social);

(v)  $\sigma$  é auto-sustentada enquanto ela durar, ou seja, é capaz de satisfazer todas as suas necessidades pelo trabalho.<sup>71</sup>

Em outras palavras, não é qualquer grupo de seres humanos, nem mesmo qualquer sociossistema que constitui uma sociedade humana. Para isso, o grupo de humanos precisa compartilhar o mesmo ambiente, transformá-lo deliberadamente, desenvolver relações sociais e comunicação entre seus membros, estar dividido em grupos sociais e constituir uma unidade auto-dependente (ou suficiente).

---

<sup>71</sup> “A concrete system  $\sigma$  is a human society (or community) iff  $\sigma$  is an animal society such that: (i) the composition  $\mathcal{C}(\sigma)$  of  $\sigma$  is included in the set of human beings(...); (ii) the environment  $\mathcal{E}(\sigma)$  of  $\sigma$  contains some of the items necessary for the survival of some of the components of  $\sigma$ ; (iii) the structure  $\mathcal{S}(\sigma)$  of  $\sigma$  equals the disjoint union of two sets of relations, S and T – called social relations and transformation relations respectively – such that (a) S includes the relation of biological descent and all other (kinship) relations derived from it; (b) every member of the set S of social relations is accompanied by communication (information flow); (c) S includes the relations of sharing (goods and services) and participating (in social activities); (d) S includes a nonvoid set  $M \subset S$ , called management, such that every member of M is a relation in some Cartesian power of the membership  $\mathcal{C}(\sigma)$ , and representing some habitual actions of members of  $\sigma$  upon fellow members, consisting in controlling certain relations in S (e.g. courtship and learning) or in T (e.g. hunting and ploughing); (e) the set T of transformation relations includes a nonempty set  $W \subset T$ , called work, such that every element of W is a relation from a subset of  $(\mathcal{C}(\sigma))^p \times (\mathcal{E}(\sigma))^q$ , with  $p, q \geq 1$ , into a nonvoid proper subset A of  $\mathcal{E}(\sigma)$ , representing the habitual transformation, by some members of  $\sigma$ , of a certain things in  $\mathcal{E}(\sigma)$  (e.g. iron ore) into things in A (e.g. iron tools) called artifacts - (iv) the social relations S and the transformation relations T generate equivalence relations inducing partitions of the membership of  $\sigma$  into social groups (social differentiation); (v)  $\sigma$  is self-supporting as long as it lasts, i.e. is capable of satisfying its needs by work.”

Bunge (1979, p.177) comenta que

*Toda sociedade é um sociossistema mas o oposto não é verdade: instalações industriais, escolas e clubes são sociossistemas mas não sociedades. Uma sociedade é um sociossistema auto-dependente:*

*(...) Um sociossistema é uma sociedade se, e somente se, é auto-suficiente [ou seja, não depende inteiramente de nenhum outro sociossistema].<sup>72</sup>*

Mas, uma correção é necessária. O item (i) da definição de Bunge deve ser revisto. Isso porque, da forma como está definido, esse item gera inconsistências com diversos pontos da própria teoria de Bunge (em particular as definições 4.49, 5.1 e 5.13 produzem um conjunto não-satisfactível de fórmulas), a exemplo da possibilidade de uma sociedade humana ter um subsistema do tipo tecnossistema (a noção de tecnossistema é tratada mais adiante), cuja composição não poderia fazer parte de uma sociedade humana (ou sociossistema), por definição.

Para solucionar isso, é conveniente a seguinte modificação: onde se lê

*(i) a composição  $\mathcal{C}(\sigma)$  de  $\sigma$  está incluída no conjunto de seres humanos (...);<sup>73</sup>*

deve-se ler

*(i) a composição  $\mathcal{C}(\sigma)$  de  $\sigma$  inclui um conjunto de seres humanos;<sup>74</sup>*

Assim procedendo, as mencionadas inconsistências são, num primeiro momento, contornadas. Salienta-se que análise mais detalhada da teoria de Bunge é necessária para verificar esses pontos, entretanto, para fins desse trabalho essas correções são, por ora, suficientes.

---

<sup>72</sup> “Every society is a sociosystem but the converse is not true: industrial plants, schools, and clubs are sociosystems but not societies. A society is a self-reliant sociosystem: (...) A sociosystem is a society iff it is self-sufficient [i.e. does not depend entirely upon other sociosystem].”

<sup>73</sup> “(i) the composition  $\mathcal{C}(\sigma)$  of  $\sigma$  is included in the set of human beings(...);”

<sup>74</sup> (i) the composition  $\mathcal{C}(\sigma)$  of  $\sigma$  includes a set of human beings.

### 4.5.3 F-setor

É muito comum na pesquisa em Transportes se tentar trabalhar com segmentações de sistemas (por exemplo, subsistemas rodoviário ou rodoviário, ou mesmo subsistemas de controle, de operação, etc.). Contudo, a teoria comumente utilizada não parece prover elementos suficientes para formalizar a definição das classes, o que acaba por gerar confusões e polêmicas sobre a classificação, o que é apenas uma das diversas questões envolvidas.

Sobre esse aspecto, a noção de F-Setor parece ser bastante promissora. Apesar de geral, se adequadamente formalizada, pode prover definições claras para diferentes classes na análise do objeto da pesquisa.

Conforme Bunge (1979, p.192), a definição de um F-setor é

*Seja  $\sigma$  uma sociedade humana e chamemos por*

$$S(\sigma) = \{\sigma' \in \Sigma \mid \sigma' \leq \sigma\}$$

*a coleção de todos os de todos os subsistemas sociais de  $\sigma$ . Ainda, seja  $F$  um certo conjunto de relações sociais ou de transformação, ou seja  $F \subset S \cup T$ , e*

$$F(\sigma) = \{\sigma' \in S(\sigma) \mid F \subset \mathcal{O}(\sigma')\} \subset S(\sigma)$$

*o conjunto de subsistemas de  $\sigma$  nos quais as relações  $F$  valem.*

*Então*

*(i)  $F(\sigma)$  é chamado de F-Setor de  $\sigma$ ;*

*(ii)  $G(\sigma) = \bigcap_{\sigma' \in S(\sigma)} \mathcal{O}(\sigma')$  é(são) chamada(s) de função(ões) genéricas*

*dos subsistemas de  $\sigma$ ;*

*(iii)  $F_s =_{df} \bigcup_{\sigma' \in F(\sigma)} \mathcal{O}(\sigma') - G(\sigma')$  é(são) chamados de função(ões)*

*específica(s) do F-Setor de  $\sigma$ .*

*O F-Sector  $F(\sigma)$  de uma sociedade  $\sigma$  é o F-sistema de  $\sigma$  se, e somente se,  $F(\sigma)$  constitui a composição de um subsistema de  $\sigma$ .<sup>75</sup>*

Ou seja, utilizando esse artifício, é possível produzir partições de um sistema mais complexo utilizando como critério funções específicas, ou, dentro dos termos da teoria, partições ou subconjuntos da estrutura do sistema em questão.

A seguir, será explorada outra noção também bastante promissora: a de tecnossistema.

#### **4.5.4 Tecnossistema**

A noção de tecnossistema lança luz sobre um aspecto central desse tipo de sistema: o uso de artefatos, e a produção (outputs) direcionada a membros de uma sociedade. Considerando a noção intuitiva de sistema de transporte, na qual a figura dos veículos surge de forma marcante à mente, a idéia de tecnossistema parece se aproximar dessa noção. Para tornar mais clara a idéia desse tipo de sistema, é oportuno referenciar a definição oferecida por Bunge (1979, p.202).

*Um sistema  $\tau$  é um tecnossistema se, e somente se,*

*(i) a composição de  $\tau$  inclui seres racionais e artefatos;*

*(ii) o ambiente de  $\tau$  inclui componentes de uma sociedade;*

*(iii) a estrutura de  $\tau$  inclui produção, manutenção ou uso de artefatos.<sup>76</sup>*

---

<sup>75</sup> “Let  $\sigma$  be a human society and call  $S(\sigma) = \{\sigma' \in \Sigma \mid \sigma' \leq \sigma\}$  the collection of all social subsystems of  $\sigma$ . Further, let  $F$  be a certain set of social relations or transformations, i.e.  $F \subset S \cup T$ , and let  $F(\sigma) = \{\sigma' \in S(\sigma) \mid F \subset \mathcal{O}(\sigma')\} \subset S(\sigma)$  be the collection of subsystems of  $\sigma$  where the  $F$  relations hold. Then (i)  $F(\sigma)$  is called the  $F$ -sector of  $\sigma$ ; (ii)  $G(\sigma) = \bigcap_{\sigma' \in S(\sigma)} \mathcal{O}(\sigma')$  is (are) called the generic function(s) of the subsystems of  $\sigma$ ; (iii)  $F_s =_{df} \bigcup_{\sigma' \in F(\sigma)} \mathcal{O}(\sigma') - G(\sigma')$  is (are) called the specific function(s) of the  $F$ -sector of  $\sigma$ . The  $F$ -sector  $F(\sigma)$  of a society  $\sigma$  is the  $F$ -system of  $\sigma$  iff the membership of  $F(\sigma)$  constitutes the composition of a subsystem of  $\sigma$ ”.

<sup>76</sup> “A system  $\tau$  is a technosystem iff (i) the composition of  $\tau$  includes rational beings and artifacts; (ii) the environment of  $\tau$  includes components of a society; (iii) the structure of  $\tau$  includes production, maintenance or use of artifacts.”

Analisando a definição, pode-se destacar alguns aspectos *vis a vis* àqueles específicos da sociedade humana, a saber: (i) a regra de composição do sistema é a mesma daquela proposta para a sociedade humana (na versão alterada), o que habilita, sobre esse aspecto, a possibilidade do tecnossistema enquanto subsistema de uma sociedade humana; (ii) a definição de ambiente aqui é um pouco mais enfática sobre a classe de elementos que inclui: componentes de uma sociedade, em contraste a “itens necessários à sobrevivência de alguns componentes da sociedade”, cuja extensão é um tanto vaga; e, (iii) a definição de estrutura centra foco (mas não restringe) nas relações com artefatos, em contraste aos tipos mais amplos de relação como relações sociais, de trabalho, cultura e gestão (este último desenvolvidos apenas sobre seres sociais) característicos da sociedade humana.

Pode-se dizer que um tecnossistema seja um subsistema de uma sociedade humana mas, obviamente, não o inverso.

Essa noção oferece mais um recurso para análise e partição de uma sociedade humana, e aparentemente tem grande potencial para a pesquisa em transporte, especialmente na reflexão sobre a natureza dos sistemas de transporte, objeto do próximo capítulo.

## **5 DEFINIÇÃO DE TRANSPORTE: UMA REFLEXÃO SOBRE A NATUREZA DO FENÔMENO E OBJETO DE ESTUDO DA PESQUISA EM TRANSPORTE**

### **5.1 PALAVRAS INICIAIS**

Intuitivamente, utiliza-se o termo transporte para designar o deslocamento para o trabalho, escola, para atividades de lazer, compras, o deslocamento de encomendas e cargas diversas, e outra gama de fenômenos semelhantes e de evidente importância na vida cotidiana. A preocupação de desenvolver meios para possibilitar esses deslocamentos existe desde a Antiguidade, quando os homens já tinham preocupação com as rotas comerciais, com a marcha dos exércitos, com o provimento de água e outros recursos naturais, etc. (Mumford, 1998) Apesar disso, o desenvolvimento de um campo de estudos exclusivamente voltado para o transporte, com profissionais e estudiosos voltados para o tema, é bastante recente, tendo tido seu início no século XX.

À medida em que esse campo de estudo avança, a ciência exige correspondente amadurecimento e crescente nível de formalização. Diante disso, as definições pouco precisas providas pelo senso comum não se fazem mais suficientes. De início, algumas questões surgem, a exemplo do que é transporte e qual sua distinção em relação a outros deslocamentos (como em “o que diferencia a viagem de uma pessoa para seu trabalho e um pedaço de madeira carregado pela força das águas de um rio?”). Se não respondidas a contento, questões sobre a relevância do campo de estudos poderiam surgir, fundadas em visões providas por outras ciências e linhas de investigação.

Assim, faz-se fundamental definir transporte e distingui-lo, enquanto fenômeno, dos demais eventos e fatos que formam a realidade vivida pelo homem. Nesse sentido, esta seção parte de elementos providos pelo senso comum (a exemplo de dicionários gerais) para elementos mais específicos do campo de estudos (como manuais e livros de reconhecida importância paradigmática na área) para desenvolver uma definição suficiente para responder às questões anteriormente apontadas.

## 5.2 LEVANTAMENTO DE ASPECTOS LIGADOS AO VOCÁBULO

O vocábulo *transportar* pode assumir as seguintes acepções, estas selecionadas em função da relevância para a discussão (Houaiss *et al.*, 2001):

- (*transitivo direto, bitransitivo*) levar ou conduzir (seres animados ou coisas) a (determinado lugar); carregar;
- (*pronominal*) passar-se ou mudar-se de um lugar para outro, transferir-se.

A partir disso, chama-se atenção para alguns aspectos do verbo transportar: primeiro, suas acepções aqui apresentadas referem-se a mudança de lugar; segundo, no processo, existe um objeto (seres animados ou coisas); e terceiro, pode assumir forma reflexiva, indicando que quem transporta pode ser também o que é transportado. Esses aspectos serão importantes para a discussão do conceito de transporte realizado mais adiante.

Ainda com relação ao vocábulo, cabe observar que ele pode assumir forma substantiva, *transporte*, designando, assim, uma classe específica de fenômenos.

A seguir mais aspectos da noção de “transporte” são discutidos.

## 5.3 LEVANTAMENTO DE DEFINIÇÕES EM MANUAIS ESPECIALIZADOS

Como foi visto anteriormente, os paradigmas sintetizam os principais elementos de uma área de estudos, contendo elementos ontológicos, teóricos, metodológicos. Os paradigmas de um campo de estudos podem ser identificados nos manuais utilizados para a formação dos novos pesquisadores. Assim, a consulta a esses manuais pode oferecer uma definição mais especializada do termo transporte, enriquecendo, assim, a reflexão sobre a natureza do fenômeno.

Morlock (1978, p.5) traz duas acepções para a palavra “transporte” tiradas de dicionários de língua inglesa a saber:

- “*an act, process, or instance of transporting or being transported*”; e,
- “*to transfer or convey from one place to another*”.

As duas acepções apresentadas assemelham-se aquelas apresentadas na seção anterior, incluindo a forma reflexiva (transportar e ser transportado) observada. Observe, entretanto, que a primeira definição apresentada por Morlock faz uma referência circular, não explicando o que é transportar. Esse tipo de definição é muito comum em dicionários e é aceito quando se trata de linguagens naturais. Entretanto, pouco tem a oferecer em contextos mais especializados, como no caso desta tese. Sua importância, no máximo, reside em noções sintáticas sobre o vocábulo.

Ainda sobre Morlock (1978, p.5), ele traz a definição de engenharia de transportes como sendo

*a aplicação de ciência e matemática pela qual as propriedades da matéria e das fontes de energia na natureza são utilizadas para movimentar passageiros e mercadorias de forma útil à humanidade.*<sup>77</sup>.

Antes de discutir a definição dada por Morlock, cabe reproduzir a definição trazida por Papacostas&Prevedouros (1993, p.1) para sistema de transporte como sendo

*as instalações fixas, as entidades de fluxo, e o sistema de controle que permite que pessoas e mercadorias vençam a fricção do espaço geográfico de forma eficiente, permitindo participar tempestivamente em alguma atividade desejada.*<sup>78</sup>

Por hora, o foco de reflexão está voltado para a definição de ‘transporte’ de forma que a discussão sobre o que seja ‘engenharia’ ou ‘sistema de transporte’ não será abordada nessa oportunidade. Feita esta ressalva, cabe identificar nessas definições, elementos úteis para explorar o conceito de Transporte.

Nas definições acima, um aspecto em especial é digno de atenção: a noção de que o transporte serve a um propósito, um desejo (expresso em “*useful to mankind*” e “*in order to participate in a timely manner in some desired activity*”), ou seja, tem como uma de suas propriedades a intencionalidade. No entanto, essa propriedade não é enfatizada nas definições encontradas até aqui, o que pode levar a uma sobreposição entre transporte e

---

<sup>77</sup> “The application of science and mathematics by which the properties of matter and the sources of energy in nature are utilized to convey passengers and goods in a manner useful to mankind”.

<sup>78</sup> “The fixed facilities, the flow entities, and the control system that permit people and goods to overcome the friction of geographical space efficiently in order to participate in a timely manner in some desired activity.”

outros tipos de deslocamentos, interpretação pouco interessante para o desenvolvimento da pesquisa sobre transporte e da própria identidade do campo de estudos.

#### 5.4 TRANSPORTE E AÇÃO INTENCIONAL

O Transporte é um processo humano intencional, algumas das definições (se é que o são) vistas anteriormente sugerem essa tese que é aqui defendida. Os fenômenos que percebemos no dia-a-dia como as pessoas se deslocando de um lado para outro, veículos automotores lotando ruas, e uma infinidade de outros exemplos são apenas uma parte desse processo mais complexo, cuja totalidade não é observável se limitada a essa gama de “aparências”. Para melhor compreender isso, tome-se a analogia feita por Andler et al (2005, p.567) para explicar a dificuldade de observação da ação intencional:

*Imaginemos o caso de Pedro cruzando na rua com a diretora da escola primária em que seus filhos freqüentaram. Ele tinha, na época, brigado com ela e se pergunta se não deveria propor uma reconciliação. O que ele imagina, depois decide fazer, não é deslocar seu braço e sua mão, de modo que seu chapéu seja brevemente levantado, em cinco centímetros acima de sua cabeça; também não é dar, a um fotógrafo de emboscada, a oportunidade de ilustrar um artigo sobre os costumes antiquados de uma cidadezinha do interior;(…) o que Pedro faz, deliberadamente (...), é cumprimentar a diretora da escola que seus filhos freqüentaram. **O agente escolhe fazer X, e realiza sua escolha fazendo Y: o primeiro “fazer” tem sentido, aparentemente, diferente do segundo - no caso mais simples, X é realizado pelo agente, ao passo que Y só é realizado, de fato, por uma parte do corpo do agente.***

Em relação ao Transporte vale a analogia. Os fenômenos observados e comumente chamados de Transporte são apenas parte da ação intencional. Esta envolve a escolha do sujeito (X), a qual é realizada fazendo-se, dentre outras coisas, o deslocamento de um objeto (Y), por exemplo: (1) o produtor de soja do Mato Grosso quer vender seu produto na Europa, ele realiza essa ação exportando o produto através de um porto no Maranhão; ou (2) um estudante deseja participar das atividades educacionais, ele realiza essa ação deslocando-se até a escola na qual está matriculado. Cabe observar que seria possível citar uma série de ações na categoria Y. Entretanto, o ponto destacado aqui é a percepção de que o processo de transporte envolve duas dimensões: uma explícita e observável que não é a

determinante, mas apenas a manifestação de uma escolha; e, uma velada, a ação intencional, engajada, que é a determinante. Ou seja, a real razão pelo qual os deslocamentos que vemos ocorrem não é conhecida senão pelo próprio “Sujeito de Transporte”. Qualquer observador exterior pode apenas conjecturar sobre as razões, ou então questionar diretamente o agente.

Entender Transporte como ação intencional opera uma mudança profunda na pesquisa em transportes, exigindo revisão metodológica e a adoção de novas ferramentas e instrumentos hoje pouco conhecidos e explorados dentro da área. Sobre essas alterações se falará mais adiante. Por ora, cabe fornecer elementos que mostrem que o caráter intencional está incorporado, intuitivamente e com limitações, dentro do método da pesquisa em transporte.

#### **5.4.1 Suporte para a Interpretação do Transporte enquanto Fenômeno Humano: Uma Leitura do Método da Pesquisa e Prática Tradicional em Transporte**

A afirmação sobre a natureza humana do transporte não vem do vazio, mas sim de uma reflexão sobre o objeto de estudo, bem como dos trabalhos da comunidade científica que há muito trazem elementos cuja cuidadosa observação acaba por sustentar essa tese. A intenção aqui não é esgotar toda e qualquer evidência sobre o assunto, mas apenas prover alguns desses elementos que auxiliam na corroboração do argumento posto na seção anterior.

No que diz respeito à intencionalidade, ao se falar sobre planejamento de transportes, sempre se fala sobre as “linhas de desejo”, que nada mais são que a representação de desejos de deslocamentos (supostos ou declarados) dos habitantes de uma dada região. Essas linhas de desejo são compiladas, geralmente, tendo como base dados de pesquisas de campo envolvendo entrevistas com moradores. Além disso, tradicionalmente, são usadas categorias para agrupar as diferentes viagens nos chamados “motivos” ou “propósitos”. São inúmeros os trabalhos que podem ser usados para exemplificar esse tipo de abordagem e classificação, dentre os quais pode-se citar Papacostas&Prevedouros (1993, p.310-312), Mello (1975, p.51-52 e p.98-103), Hensher&Button (2005) e Stopher&Greaves (2007), com atenção especial para este último, que fornece uma revisão sobre os métodos de coleta de dados e apresenta sugestões e desafios para a coleta de dados em transporte.

Stopher&Greaves (2007) apontam que o estado-da-prática pouco evoluiu em 30 anos de pesquisa no que diz respeito a compreensão da “demanda” por transporte, produzindo modelos e resultados mais descritivos, e falhando em gerar conhecimento capaz de explicar os fenômenos de transporte. Apesar de centrar o desenvolvimento de seu trabalho nas questões inerentes ao levantamento de dados para o planejamento de transportes, os autores acabam por abordar aspectos diretamente ligados à compreensão dos fenômenos de transportes em sua intencionalidade. Por exemplo, sobre o estudo dos modelos de demanda eles dizem que

*um campo emergente na modelagem de demanda de viagens é o de modelos de processo, ao invés dos modelos de resultado. Modelos de processo são aqueles baseados em processos pelos quais as pessoas tomam decisões, ao invés de se basearem em escolhas observadas, que podem ter ocorrido através de operações sobre uma gama de oportunidades e restrições, bem como um processo comportamental subjacente. (Stopher&Greaves, 2007, p.369) <sup>79</sup>*

Observe que a preocupação neste ponto não é avaliar a pertinência de um ou outro modelo, mas tão somente fundamentar que a pesquisa e prática em Transportes tem reconhecido em seu objeto de estudo aspectos que o afirmam como sendo de natureza intencional. Na citação acima, os autores colocam em evidência elementos como o processo de tomada de decisão, e as escolhas das pessoas, pertencentes à dimensão do “Sujeito do Transporte”.

Some-se a esse exemplo, a utilização, em pesquisas de transporte, de métodos como preferência declarada como forma de melhor compreender a dinâmica daqueles movimentos.

Sendo assim, observa-se que a interpretação dos fenômenos de transportes enquanto fenômenos humanos, apesar de muitas vezes não estar explícita nos trabalhos científicos, é um pressuposto fundamental para o próprio método sustentado pelas teorias correntes que orientam as pesquisas na área.

---

<sup>79</sup> “An emerging area in travel demand modelling is that of process models, rather than outcome models. Process models are models that are based on the processes by which people make choices, rather than being focused on observed choices, which may have come about through the operation of a range of opportunities and constraints, as well as underlying behavioural processes”.

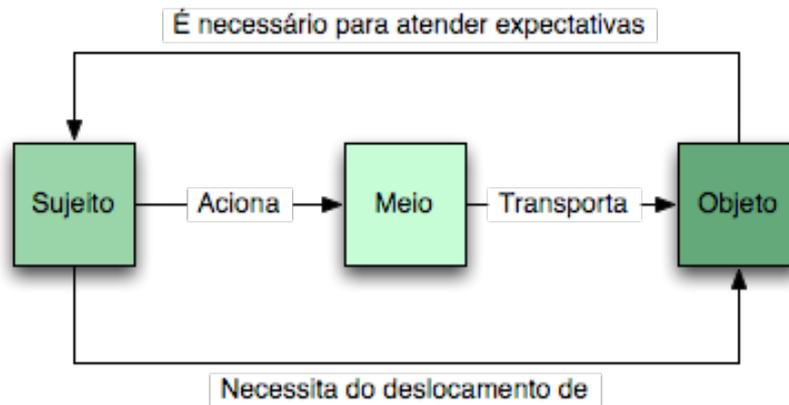
Tendo apresentado alguns elementos de suporte para a interpretação intencional, cabe explorar suas implicações inerentes com vistas a orientar um programa geral de pesquisa, bem como sistematizar a produção já existente.

### **5.5 ANALISANDO O FENÔMENO TRANSPORTE: UM MODELO**

Para analisar os fenômenos de transporte, postule-se que existe um processo de transporte e que é composto por alguns momentos distintos, conforme descrito abaixo:

- Momento 01: Uma pessoa (ou grupo de pessoas) precisa desenvolver alguma atividade com vistas a satisfazer alguma necessidade. Ela sabe, ou acredita, com base no senso comum ou outra forma de conhecimento, que a viabilização de sua participação em uma atividade implica numa série de ações concatenadas, dentre as quais inclui aquelas que resultarão no deslocamento de um objeto material específico (objeto tem sentido sintático, ou seja, ele “sofre” a ação).
- Momento 02: Ela procura as formas que dispõe para realização das diversas ações, notadamente aquelas que promoverão esse deslocamento.
- Momento 03: Caso exista alguma forma que atenda às suas expectativas, ela decide por acionar ou não os recursos que dispõe.
- Momento 04: Uma vez acionado, os meios realizam o deslocamento segundo os requisitos postos pela pessoa.
- Momento 05: O deslocamento é finalizado. A pessoa (ou grupo de pessoas) pode desenvolver a atividade que desejava e satisfazer sua expectativa.

Isto posto, o processo de transporte pode ser apresentado conforme figura abaixo:



**Figura 3:** Elementos determinantes do fenômeno de Transporte.

Ou seja, o transporte depende de 3 elementos para a sua realização: o sujeito do transporte, o meio de transporte e o objeto do transporte. O *Sujeito do Transporte* é aquele que possui alguma necessidade ou desejo cuja satisfação requer o deslocamento de um objeto qualquer. O *Objeto do Transporte*, por sua vez, é aquilo cujo deslocamento é necessário para a satisfação das expectativas do Sujeito de Transporte. Para exemplificar, tome-se por exemplo uma fábrica que deseja produzir seus produtos e para isso precisa de que insumos sejam levados até sua unidade produtiva. A fábrica é o Sujeito de Transporte, e o insumo, o objeto.

No que diz respeito a um ação específica de transportar, a relação entre o Sujeito e o Objeto é mediada por um outro ente, o Meio de Transporte. O *Meio de Transporte* é aquilo que efetivamente transporta o objeto. Continuando o exemplo anterior, a fábrica pode não ser a responsável pelo deslocamento, podendo contratar, por exemplo, um serviço que se responsabilize por apanhar o produto onde quer que ele esteja, e entregá-lo no local desejado pela fábrica. O Meio de Transporte é, assim, o responsável efetivo pelo fenômeno que observamos de um objeto mudar de um lugar para o outro.

Mas atenção, pois não se deve confundir o meio de transporte do exemplo anterior com, por exemplo, um rio que carrega seixos e outros materiais. Como foi visto anteriormente, entende-se que esses dois exemplos tratam de fenômenos bastante distintos: o primeiro, que aqui é chamado de ‘transporte’ é intencional; o segundo, não.

Além disso, o esquema apresentado pode, por vezes, conduzir a entendimentos equivocados e deve-se ter atenção. Para ilustrar, cabe citar alguns casos exemplares:

- Situação 01: Uma indústria de automóveis contrata o transporte de seus produtos a uma concessionária situada em outra região geográfica.
  - Sujeito do Transporte: a indústria de automóveis;
  - Meio de Transporte: o sistema que envolve a infra-estrutura de transporte existente (veículos, vias, edificações, equipamentos), o operador do serviço, dentre outros agentes;
  - Objeto do Transporte: os automóveis.
  
- Situação 02: Um estudante desloca-se a pé para a escola.
  - Sujeito do Transporte: o estudante;
  - Meio de Transporte: o sistema que envolve a infra-estrutura de transporte existente (calçadas, calçadões, passarelas e outros espaços do pedestre), e parte do corpo do estudante (seu sistema locomotor);
  - Objeto do Transporte: o estudante (especificamente, seu corpo).

## 5.6 DIFERENCIANDO O TRANSPORTE

O senso comum, pautado na física clássica, nos diz que deslocamento é qualquer mudança de posição espacial de um objeto ou ponto material no decorrer do tempo. Assim, o deslocamento das águas, a queda de uma maçã, o vôo de uma ave, o fluxo de automóveis e pessoas nas ruas, todos são exemplos de deslocamento. No campo das ciências, a Física (e dentro dela a Mecânica) é a aquela tradicionalmente associada ao estudo desses fenômenos, tendo ela própria definido o termo. Sendo assim, surge a questão: se transporte é um tipo de deslocamento, porque não ser tratado pela Física.

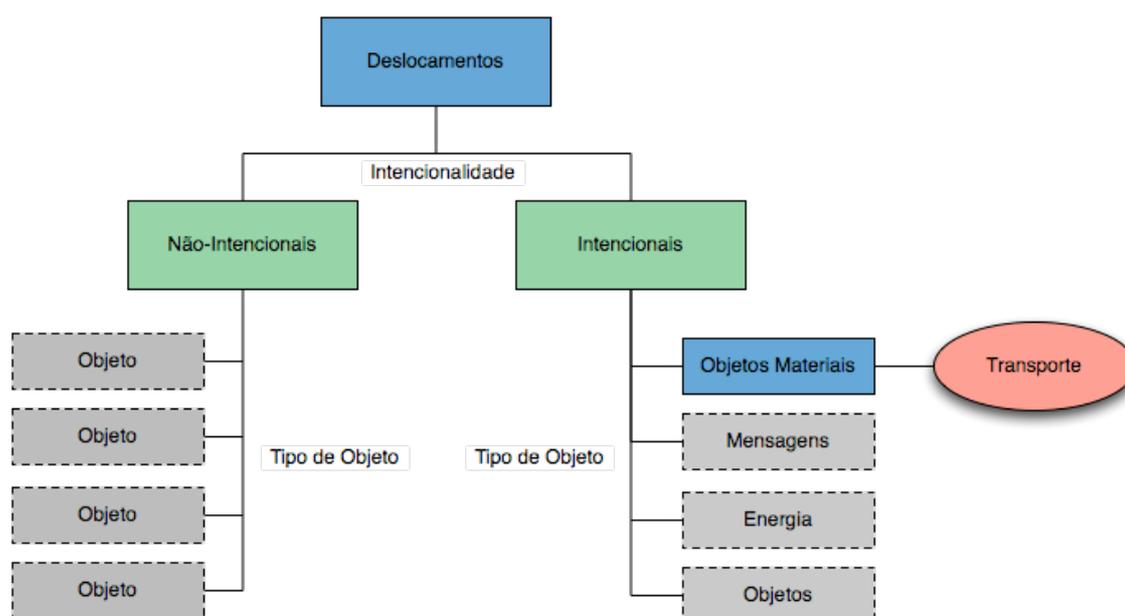
A Física ensina que os deslocamentos têm uma causa, uma força que determinou seu início. A abordagem dessa ciência se restringe a explicar o relacionamento entre as forças e os deslocamentos. No entanto, não há a preocupação em explicar a finalidade do fenômeno, ou seja, para que ele ocorre, o que seria equivalente a uma explicação teleológica das forças que o determinam (por exemplo, que resposta poderia ser dada para a questão de qual seja a finalidade do movimento dos planetas?). Para a Física, eles não

são intencionais, não têm propósito, e esse corte ontológico e epistemológico é que a distingue.

Agora, retome-se as definições de transporte vistas anteriormente. Transporte seria, então, dentre os deslocamentos, aqueles correspondentes ao de pessoas e mercadorias. Aqui, generalize-se esses dois elementos, pessoas e mercadorias, para objetos materiais, palpáveis - “coisas” na acepção dada por Bunge(1977). Ainda, observando mais atentamente, e recuperando o comentário final da seção anterior, os fenômenos de transporte seriam carregados de intencionalidade, o que significa dizer que acontecem por uma razão, uma vontade ou propósito. Assim sendo, determina-se uma distinção crucial: a intencionalidade.

Então, pode-se definir transporte como *um deslocamento intencional de um objeto material, palpável*.

Diante desta definição fica evidente a limitação da abordagem da Física para tratar as questões relacionadas a Transporte: ela desconsidera a intencionalidade enquanto elemento necessário para a explicação dos fenômenos, sendo, portanto, insuficiente para prover teorias e instrumentos para o estudo desta classe especial de fenômenos. Para melhor ilustrar a localização do transporte dentre os demais deslocamentos, a figura a seguir apresenta esquematicamente uma taxonomia simplificada.



**Figura 4:** Taxonomia Simplificada dos Deslocamentos

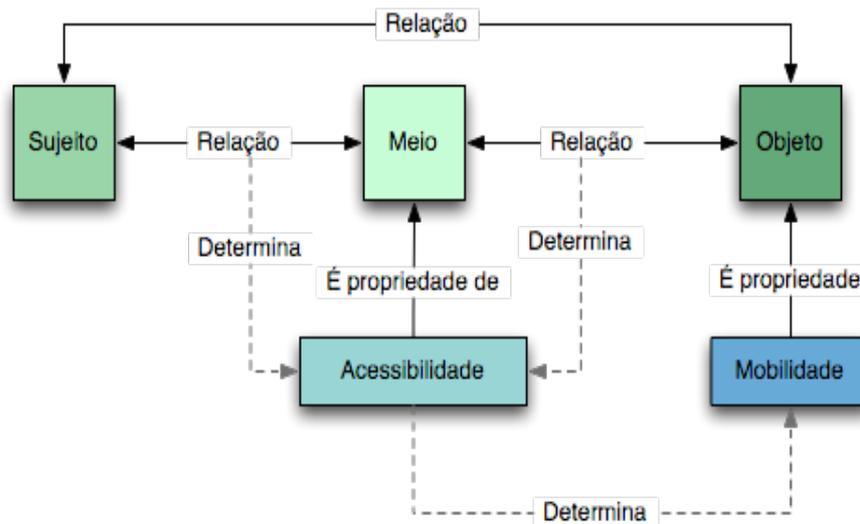
Os fenômenos de transporte são de natureza humana e, portanto, abertos a interpretações de cunho teleológico, para os quais as ciências naturais não possuem arcabouço teórico, metodológico nem instrumental adequados, apesar de serem passíveis de interpretação por essas ciências. Essa é uma das implicações cruciais da definição de transporte colocada aqui.

Então, coloca-se a questão de qual seja a finalidade do transporte. E, nisso, Morlock (1978, p.5) e Papacostas&Prevedouros (1993, p.1) já ensaiaram uma resposta, a qual é escrita aqui de forma mais geral: a satisfação de uma expectativa individual ou coletiva.

*Ou seja, a finalidade do transporte é a satisfação de uma expectativa individual ou coletiva. E, assim sendo, aí reside seu telos.*

## **5.7 EXPLORANDO AS RELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO TRANSPORTE: A BUSCA DE PISTAS NA COMPREENSÃO DO MECANISMO**

Como foi visto anteriormente, a interação entre três elementos é fundamental para a produção do fenômeno de transporte: O Sujeito do Transporte, o Meio do Transporte e o Objeto do Transporte. Para que o fenômeno do transporte possa acontecer, uma relação deve ser estabelecida entre o Sujeito e o Meio e entre o Meio e o Objeto, no sentido do transporte. Como foi adiantado na figura 4, a relação no sentido sujeito-meio é ‘aciona’ e no sentido meio-objeto é ‘transporta’. O resultado da possibilidade de estabelecimento dessas relações determina uma propriedade ao objeto: a mobilidade, a propriedade daquilo que pode ser transportado. A acessibilidade é, por definição, uma propriedade do meio do transporte que pode interagir com o sujeito e com o objeto, no âmbito específico do transporte. Desta forma, a acessibilidade pode ser decomposta em 2 componentes: a acessibilidade sujeito-meio e a acessibilidade meio-objeto. Veremos a formalização do conceito de acessibilidade e mobilidade mais adiante.



**Figura 5:** Relações entre os elementos fundamentais do Transporte e as propriedades fundamentais do Meio e do Objeto de Transporte.

Compreende-se, assim, que *estudar o transporte é abordar os elementos aqui colocados, suas propriedades e relações. É, ainda, a construção teórica de sistemas de transporte e a compreensão de seu mecanismo.* O objeto de estudo de Transportes são os Sistemas de Transporte. Atenção para o fato de que, quando afirmamos a sentença anterior, não estamos falando aqui da definição de sistema tal qual é dada em Bertalanffy (2008) mas, sim, daquela apresentada por Bunge (1979).

Dito isso, é possível formalizar algumas idéias aqui apresentadas dentro da notação utilizada por Bunge.

(i) o trabalho da pesquisa em transporte é produzir modelos de sistema de transporte, cuja forma mínima é:

$$\sigma_i = \langle \mathcal{C}_i, \mathcal{E}_i, \mathcal{E}'_i \rangle$$

onde:

$\sigma_i$ : sistema de transporte

$\mathcal{C}_i$ : Composição do sistema de transporte

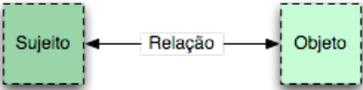
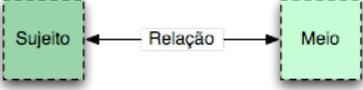
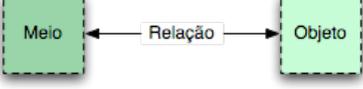
$\mathcal{E}_i$ : Ambiente do sistema de transporte

$\mathcal{E}'_i$ : Estrutura do sistema de transporte

A pesquisa em Transporte deve utilizar, nesse contexto teórico, recursos metodológicos e instrumentais para a análise de sistemas complexos. Seu trabalho é conjecturar componentes, ambiente e estrutura do sistema de transporte, partindo de proposições mais simples, e trabalhando em incrementos teóricos. Para o cumprimento dessa tarefa, as noções de F-Setor e Tecnosistema são de grande valia metodológica, assim como a idéia de A-Composição (e A-Ambiente e A-Estrutura), que possibilitam estabelecer um nível de complexidade a partir do qual a análise deve ser feita. Isso evita que o analista se perca nos diferentes níveis de complexidade a partir dos quais a análise pode partir.

Apenas como exemplo ilustrativo, o quadro abaixo mostra as interfaces que a área de transporte precisa desenvolver com outros campos de investigação para abordar cada elemento e para desenvolver modelos de sistema de transportes teoricamente relevantes.

**Quadro 2:** Exemplo de interfaces que a pesquisa em Transportes precisa desenvolver com outros campos de investigação.

Aspecto de Estudo	Disciplina
	Ciências Sociais e Humanas: Psicologia, Antropologia, Sociologia História e Ciências Políticas, Geografia Humana.
	Engenharia Civil, Mecânica, Elétrica, Eletrônica, Engenharia de Produção, Ambiental, Arquitetura e Urbanismo, Matemática, Física, Química, Biologia, Direito, Economia da Regulação, Engenharia de Segurança.
	Psicologia, Antropologia, Sociologia História, Pedagogia e Ciências Políticas, Agronomia, Engenharia de Produção, Ergonomia, Ciências Biomédicas, Medicina do Trabalho, Geografia.
	Ciências Econômicas, Economia Urbana e Regional, Psicologia, Antropologia, Sociologia, História, Ciências Políticas, Direito, Geografia.
	Ciências Econômicas, Economia Urbana e Regional, Psicologia, Antropologia, Sociologia, História, Ciências Políticas, Direito, Economia da Regulação, Geografia.
	Ciências Econômicas, Economia Urbana e Regional, Psicologia, Antropologia, Sociologia, História, Ciências Políticas, Direito, Economia da Regulação, Ergonomia, Física, Química, Biologia, Ciências Biomédicas, Medicina no Trabalho, Geografia.

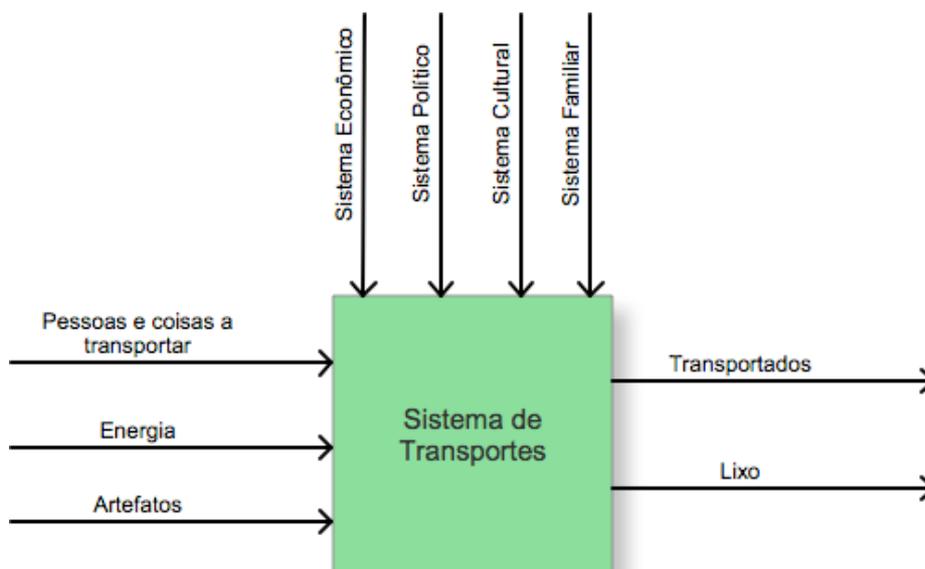
## 5.8 UM MODELO CAIXA-PRETA DO SISTEMA DE TRANSPORTE

Para a análise de sistemas (Bunge, 1979) dever-se utilizar o modelo mínimo: Composição, Ambiente e Estrutura. Fazendo uso desses recursos, podemos apresentar o seguinte modelo preliminar do Sistema de Transporte. Perceba que, como qualquer teoria, essa proposição está sujeita à alterações e aprimoramentos à medida em que o conhecimento sobre o objeto venha a avançar.

A composição do sistema de transporte inclui pessoas e artefatos. Os artefatos, caso existam, podem ser categorizados nos seguintes tipos: (i) veículos, (ii) vias, (iii) edificações e (iv) equipamentos.

Retomando as idéias contidas na figura 5, entende-se aqui que o “Meio de Transporte” é uma coisa, possui existência material própria. Entende-se também que não se trata de uma coisa “simples” (composta por apenas uma “coisa”) mas, sim, de um sistema, ou melhor, *tecnossistema*, cuja idéia já foi apresentada anteriormente (item 4.5.4).

Como ponto de partida, podemos adotar o seguinte modelo de “caixa-preta” e, a partir dele, conjecturar alguns elementos que a serem corroborados ou não com o auxílio de dados providos por experimentos.



**Figura 6:** Modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte.

Um sistema de transporte, assim entendido, é um tecnossistema (ver item 4.5.4) – sistemas nos quais os artefatos e a tecnologia tem especial atenção, ou relevância - cujos *inputs* são pessoas e coisas a transportar, energia, artefatos, além de ações oriundas dos sistemas econômico, político, cultural e familiar. Os *outputs* são coisas transportadas e lixo (coisas residuais não propositalmente produzidas pelas atividades do sistema). Assim, na análise dos sistemas de transporte deve-se sempre partir desse esquema como linha condutora para a enumeração dos componentes, ambiente e estrutura.

## **5.9 REFLEXÃO SOBRE A NATUREZA DA ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE**

Acessibilidade e mobilidade são dois termos muito populares no jargão de transporte. Essa popularidade está, muitas vezes, associada a uma diversidade muito grande de sentidos e contextos nos quais esses dois termos são, muitas vezes, impropriamente utilizados. Considerando a importância dos dois ao contexto da pesquisa em transporte, e um lugar particular no modelo aqui trabalhado, é conveniente dedicar algum esforço na reflexão sobre sua natureza.

Morfossintaticamente, os vocábulos ‘acessibilidade’ e ‘mobilidade’ são utilizados para designar propriedades. Partindo disso como postulado, e explorando os esquemas anteriormente apresentados, partimos para a reflexão sobre a natureza dessas propriedades e qual a característica dos atributos para representá-las.

Recuperando o que foi posto na seção 5.4, e observando a figura 5, podemos dizer que tanto a propriedade de acessibilidade (atribuída, no nosso caso específico, a sistemas de transporte apenas), quanto de mobilidade (atribuída exclusivamente a objetos), são propriedades mútuas, não-intrinsecas (sobre isso, retome item 4.3). Ou seja, os atributos que as representam são, necessariamente, de aridade maior que 1 – por exemplo, uma coisa é acessível a outra ( $xAy$  ou  $Axy$ ).

Sobre a aridade do atributo da mobilidade como sendo de ordem maior que 1, Morlok (1978, p.83) oferece um bom exemplo:

*(...) objeto se move em algum tipo de veículo, o qual dá ao objeto mobilidade num tipo particular de caminho utilizado(...)<sup>80</sup>*

Ter isso em mente é de fundamental importância se almejamos a formalização desses conceitos. Muitas definições apresentadas para esses dois termos tem sido ambíguas e teoricamente equivocadas. Aqui, fornecemos uma definição geral de acessibilidade.

### 5.9.1 Formalização Geral da Acessibilidade

Seja  $C \subset \mathcal{C}_A(\sigma, t)$ ,  $E \subset \mathcal{E}_A(\sigma, t)$ ,  $S \subset \mathcal{S}_A(\sigma, t)$ ,  $r \in S$ , uma relação  $r : \mathcal{E}_A(\sigma, t) \rightarrow \mathcal{C}_A(\sigma, t)$  pertencente à A-Estrutura de um sistema de transporte  $\sigma \in \Sigma$ . Sejam ainda  $x \in E$  e  $y \in C$ .

Diz-se que  $x$  tem acesso ao sistema  $\sigma$ , ou “ $A_\sigma x$ ”, se, e somente se, existe um elemento  $x$  do A-Ambiente do sistema que estabelece uma relação com um elemento  $y$  (distinto do primeiro) da A-Composição do sistema. Isso pode ser formalizado da seguinte forma:

$$A_\sigma x \leftrightarrow \exists x \exists y \exists r (x \in E \wedge y \in C \wedge \langle x, y \rangle \in r)^{81}$$

Por exemplo, seja  $x$  uma indústria de alimentos,  $y$  uma empresa de transportes de cargas (que compõe o sistema de transporte de cargas), e  $r$  uma relação “ $x$  contrata e paga  $y$ ”. Dizemos que, nesse caso, o sistema de transporte de cargas é acessível à indústria de alimentos se, e somente se, for possível que a empresa contrate e pague o valor cobrado pela empresa transportadora (ex. existem escritórios da empresa na localidade, ou meios de comunicação para estabelecimento do contato, a indústria dispõe de recursos financeiros suficientes, etc).

Observe que, neste momento, estamos preocupados com a definição geral de acessibilidade e não nas condições específicas sob as quais as relações podem ser estabelecidas, devendo este aspecto ser objeto de outras investigações e trabalhos científicos.

<sup>80</sup> “(...) the object moves in some type of vehicle, which gives the object mobility on the particular type of path employed (...)”

<sup>81</sup> ‘ $\diamond$ ’ é o operador modal de possibilidade. Para maiores detalhes sobre a notação, sintaxe e semântica, sistemas e propriedades específicas da lógica modal consultar Hughes&Cresswell (1996).

## 5.9.2 Formalização Geral da Mobilidade

A formalização da Mobilidade depende das noções estabelecidas anteriormente para Acessibilidade. Mas antes de partir para a formalização propriamente dita, façamos uma digressão sobre a idéia de mobilidade.

Como foi comentado anteriormente, em linhas gerais, mobilidade é a propriedade daquilo que pode ser movido. E, no contexto do sistema de transporte, para se dizer que algum objeto ou pessoa tem a mobilidade como propriedade (como vimos, é uma propriedade mútua), deve existir um sistema de transporte que possa ser acionado e que possa receber, transportar e entregar o objeto. Ou seja, conforme a Figura 5, um objeto é móvel (possui a propriedade mobilidade) se, e somente se, o sistema de transporte é acessível ao sujeito de transporte e ao objeto de transporte.

Formalizando a idéia chegamos à seguinte definição.

Seja  $C \subset \mathcal{C}_A(\sigma, t)$ ,  $E \subset \mathcal{E}_A(\sigma, t)$ ,  $S \subset \mathcal{S}_A(\sigma, t)$ ,  $r \in S$ , uma relação  $r : \mathcal{E}_A(\sigma, t) \rightarrow \mathcal{C}_A(\sigma, t)$  pertencente à A-Estrutura de um sistema de transporte  $\sigma \in \Sigma$ . Sejam ainda,  $r_1$  uma relação sujeito-objeto definida por  $r_1 : \mathcal{E}_A(\sigma, t) \rightarrow \mathcal{E}_A(\sigma, t)$ , e  $x_1, x_2 \in E$ .

Diz-se que a coisa  $x_2$  tem mobilidade sob o sistema de transporte  $\sigma$  ou “ $M_{\sigma}x_2$ ”, se, e somente se, o sistema é acessível tanto a  $x_1$  (Sujeito de transporte correspondente a  $x_2$ ) quanto a  $x_2$  (objeto de transporte correspondente a  $x_1$ ). Isso pode ser formalizado da seguinte forma:

$$M_{\sigma}x_2 \leftrightarrow (\langle x_1, x_2 \rangle \in r_1 \wedge A_{\sigma}x_1 \wedge A_{\sigma}x_2)$$

Continuando o exemplo da seção anterior. Seja  $x_1$  uma indústria de alimentos,  $y$  uma empresa de transportes de cargas (que compõe o sistema de transporte de cargas), e  $r$  uma relação “ $x$  contrata e paga  $y$ ”. Adicionemos ao caso,  $r_1$  uma relação “ $x_1$  precisa que  $x_2$  seja entregue no centro consumidor”, e  $x_2$  uma carga de carne bovina. Dizemos que, nesse caso, a carga de carne bovina tem mobilidade sob o sistema de transporte considerado se, e somente se, existe uma intenção ou necessidade de transporte, se for possível que a empresa contrate e pague o valor cobrado pela empresa transportadora (ex. existem escritórios da empresa na localidade, ou meios de comunicação para estabelecimento do

contato, a indústria dispõe de recursos financeiros suficientes, etc) e se a carne bovina puder ser transportada pela empresa (ex. Carros frigoríficos, se existirem estradas, pessoal capacitado, etc).

No exemplo utilizado não foi adotado um caso curioso: uma pessoa que deseja sair de sua casa para realizar compras numa loja, considerando que irá a pé. Nesse caso:  $x_1$  seria a pessoa (o ente social, que deseja participar da atividade);  $y$  seria qualquer elemento de um conjunto constituído pelo sistema locomotor de seu corpo, ruas, escadas, passarelas, dentre outros;  $x_2$  seria o próprio corpo. Esse exercício é meramente conceitual, e aqui se reconhece ser, aparentemente, muito estranho proceder a tal tipo de análise. Contudo, para melhor compreender os sistemas de transporte é uma abordagem fecunda, pois põe novos elementos analíticos e novas relações em evidência (passando a reconhecer o corpo humano como um tipo de veículo que pode ser utilizado num sistema de transporte, trazemos novos aspectos a serem incorporados no desenho desse tipo de sistemas e seus componentes. O pedestre deixaria de ser um mero ente acessório, e a teoria e técnica de desenho de vias e outros artefatos passaria a incorporar, de forma mais orgânica, as propriedades desse tipo de “veículo”, por exemplo).

## **5.10 COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES**

Como foi informado no início, o que se pretendia realizar nesse capítulo era uma reflexão sobre as bases e a natureza do objeto de investigação: Transportes. Nesse sentido, uma das grandes contribuições que acreditamos ter colocado foi a evidência da natureza humana, social, do transporte. Ou seja, o transporte apenas pode ser compreendido tendo como pano de fundo seu lugar social, sua relação com os demais componentes de uma sociedade humana.

Além disso, fazendo uso da base teórica e filosófica adotada nesse trabalho, colocamos a noção de sistema de transporte enquanto tecnossistema. Tal postulado de natureza, acreditamos, será bastante fecundo para a análise e desenvolvimento de novas teorias e métodos para desenho desse tipo de sistema. Esperamos demonstrar isso de forma satisfatória nos capítulos seguintes. O modelo de “caixa-preta” desenvolvido aqui fornece um referencial para a análise dos sistemas de transporte e, sem dúvida, será um recurso valioso para o desenvolvimento de um critério de demarcação entre A-Composição e A-

Ambiente dos Sistemas de Transporte. A dificuldade dessa classificação será comentada oportunamente.

Por fim, a discussão sobre os termos mobilidade e acessibilidade tem como resultado esperado apenas um: a clarificação dessas idéias, evitando a confusão terminológica existente sobre os termos. De fato, são inúmeras as definições existentes, muitas delas equivocadas e incorretas, mesmo quando se apela ao senso comum como árbitro. Sobre uma discussão acerca do termo “mobilidade” pode-se fazer referência a Magalhães&Yamashita (2006).

## **6 ANÁLISE CRÍTICA DAS DEFINIÇÕES DE SISTEMA DE TRANSPORTE À LUZ DA TEORIA ONTOLÓGICA DOS SISTEMAS DE BUNGE**

Esse capítulo aborda as definições oferecidas por diferentes autores em diferentes obras especializadas. Para a crítica das definições oferecidas, será utilizada a base e teoria proposta nessa tese, cuja escolha se deu por sua fecundidade para subsidiar tal tarefa. Serão observados de forma descritiva, especialmente, os seguintes tópicos: definição de sistema utilizada, natureza do sistema de transporte, supersistema(s) do sistema de transporte, proposição do modelo mínimo (composição, ambiente e estrutura). Ao final, será sintetizado um quadro comparativo das visões abordadas aqui, comentando os aspectos considerados mais relevantes para esse trabalho.

No capítulo seguinte, serão contrastados os quadros teóricos para a abordagem de um caso específico oferecidos por cada teoria aqui vista.

### **6.1 O SISTEMA DE TRANSPORTE NA VISÃO DE WILLIAM W. HAY**

#### **6.1.1 Definição geral de sistema**

Para Hay (1977, p.5), sistema é definido como “um grupo ou agregado de partes ou elementos, utilizados para um propósito comum, tão interrelacionados que a mudança em um componente produz efeitos (ou *feedback*) sobre os demais componentes”<sup>82</sup>. O autor não faz menção a uma teoria de sistemas específica da qual tenha derivado essa definição.

#### **6.1.2 Natureza e supersistemas do sistema de transporte**

Sobre a natureza do sistema de transporte e seu supersistema, Hay (1979, p.5) reconhece o sistema de transporte como um subsistema de um sistema socio-econômico. Apesar disso, não foi possível identificar no texto a definição específica desse tipo de sistema, ficando a idéia em aberto.

Outro ponto interessante é - pondo de lado uma imprecisão terminológica acerca o uso do termo “Transportation”, ora utilizado para designar o fenômeno, ora para designar o sistema de Transporte – que Hay classifica o sistema de transporte como um sistema

---

<sup>82</sup> “A system can be defined as a group or assemblage of parts or elements used for a common purpose so interrelated that a change in one component has an effect or feedback upon the other components”.

tecnológico. Contudo, não foi possível encontrar uma definição de sistema tecnológico no texto de Hay.

### **6.1.3 A Visão de Hay sob o quadro Analítico de Bunge**

#### **6.1.3.1. A-Composição**

O autor define a composição (apesar de não fazê-lo dentro da noção específica de A-Composição) extensionalmente como contendo: veículos, força motriz, estradas, terminais e sistemas de controle.

#### **6.1.3.2. A-Ambiente**

Quanto ao A-Ambiente, em seu texto, o autor não faz menção a elementos específicos que possam ser atribuídos a esse conjunto. Em verdade, apesar de reconhecer interface da composição do sistema de transporte com elementos externos a ela (idéia de ser um subsistema de outro mais amplo), o autor não arrisca apontar que elementos seriam esses.

#### **6.1.3.3. A-Estrutura**

Sobre a estrutura, Hay reconhece a existência relações de trabalho, supervisão e gestão, mas não explora essas noções muito a fundo.

## **6.2 O SISTEMA DE TRANSPORTE NA VISÃO JOSEPH SUSSMAN**

### **6.2.1 Definição geral de sistema**

Em seu texto, o autor não explicita uma definição para sistema ou sistema de transporte. No texto consultado, Sussman esboça apenas uma definição para “sistema complexo”, definindo-o como um sistema composto por um grupo de unidades relacionadas (subsistemas), para as quais o grau e natureza dessas relações não são perfeitamente conhecidas. Seu comportamento emergente é difícil de ser previsto, mesmo quando o comportamento de seus subsistemas não o é<sup>83</sup>. Apesar de entender um sistema possui componentes internos e externos, ele não explicita a distinção entre esses dois.

---

<sup>83</sup> “A system is complex when it is composed of a group of related units (subsistemas), for which the degree and nature of thre relationships are imperfectly known. Its overall emergent behavior is difficult to predict, even when subsystem behavior is readily predictable.”

## 6.2.2 Natureza e supersistemas do sistema de transporte

Sobre a natureza e supersistemas do sistema de transporte, apenas indica que o sistema de transporte é complexo (parcialmente conhecido), tem a tecnologia como um aspecto fundamental, e é “aberto” a aspectos sociais, políticos e econômicos. Para além disso, nada mais desenvolve sobre outros sistemas existentes e qual as relações que o sistema de transporte com eles estabelece.

## 6.2.3 A Visão de Sussman sob o quadro Analítico de Bunge

### 6.2.3.1. A-Composição

Para o autor (Sussman, 2000, p.11-15), os componentes internos – que interpretados sob a teoria de Bunge se aproximam da idéia de A-Composição – são: infraestrutura, composta pelas vias, terminais e estações; veículos; equipamentos; sistemas de propulsão; combustível; e, sistemas de controle, comunicação e localização.

Ainda sobre a A-Composição, de forma não muito clara, o autor ainda faz referência a “operadores” - trabalho, trabalho organizado, função de gestão, *marketing*, competição entre transporte e comunicação, planejamento estratégico, operações, tensão entre operação e *marketing*, gerenciamento da manutenção, da informação, pesquisa operacional e administração – e a “planos de operação” – programação, alocação de pessoal, distribuição de fluxos, padrões de conexão, troca entre custo e nível de serviço, planejamento para contingências. Ao explorar o texto mais atentamente, parece que o autor tenta se referir a “componentes não-físicos” ou a atividades e relacionamentos necessários ao funcionamento de um sistema de transporte. Assim sendo, esses aspectos seriam mais adequados se figurassem na A-Estrutura.

### 6.2.3.2. A-Ambiente

Sobre o A-Ambiente (ou “componentes externos” para Sussman), o autor oferece uma definição extensional: comunidade financeira, indústria de suprimentos, *stakeholders*, público geral, os usuários/compradores dos serviços e produtos, governo, e competição. Analisando o texto, pode-se perceber que os “componentes mencionados” tem diferentes naturezas. Ou seja, alguns são coisas (pessoas ou instituições), mas outros, como a competição por exemplo, são relações. Assim, de forma semelhante a aspectos abordados

no subitem anterior, seria mais adequado se alguns desses fossem classificados na A-Estrutura.

#### 6.2.3.3. A-Estrutura

O autor não reconhece a idéia de A-Estrutura. Contudo, como foi observado nos itens anteriores, ele faz menção a elementos que seriam de natureza não-física, comumente relações, funções ou mesmo “papéis”. Assim, seria possível enumerar a seguinte série de relações/funções como compondo a A-Estrutura: trabalho, trabalho organizado, função de gestão, *marketing*, competição, planejamento estratégico, operação, tensão entre operação e *marketing*, gerenciamento da manutenção, da informação, pesquisa operacional e administração, programação, alocação de pessoal, distribuição de fluxos, conexão, ponderação entre custo e benefício e planejamento para contingências.

Observe que a classificação desses pontos citados não foi assim reconhecida pelo autor, e, sim, é um resultado de uma releitura feita tendo como base a teoria discutida nos capítulos anteriores dessa tese.

Cabe observar ainda que, em sentido estrito, seria necessário que, para cada relação, fosse indicado o domínio e codomínio, ou ainda as situações para as quais elas são válidas. Por exemplo, a relação de trabalho se dá por pessoas trabalhando o que? Que materiais elas utilizam, o que elas produzem? Contudo, reconhece-se que isso pode ser trabalho para futuras investigações, caso a linha defendida por nós tenha seu valor e fecundidade reconhecidos.

### **6.3 O SISTEMA DE TRANSPORTE NA VISÃO DE PAPACOSTAS E PREVEDOUROS**

#### **6.3.1 Definição geral de sistema**

Em seu texto (Papacostas&Prevedouros, 1993, p.1), os autores não apresentam uma definição geral de sistemas. Ao invés disso, apresentam sua definição de sistema de transporte como um sistema que consiste de instalações fixas, entidades de fluxo e sistemas de controle que permitem que pessoas e mercadorias vençam a fricção do espaço

geográfico de forma eficiente para participar tempestivamente de alguma atividade desejada.<sup>84</sup>

Os autores observam que apesar de parecer uma definição trivial e óbvia, ela identifica os componentes funcionais e encapsulam o fato de que transporte provê conectividade que facilitam ou viabilizam outras interações sociais.

Esclarecendo ainda a definição anterior, os autores fornecem a seguinte explicação (Papacostas&Prevedouros, 1993, p.1-2):

- São instalações fixas os componentes físicos do sistema que são fixos no espaço e constituem a rede de conexões (segmentos de estradas, linhas férreas, canalizações) e nós (interseções, conexões, terminais, portos e aeroportos);
- Entidades de fluxo são as unidades que viajam através das instalações fixas. São os veículos e contêineres;
- Os sistemas de controle consistem do controle veicular e do controle de fluxo. O primeiro trata do controle da trajetória do veículo (ex. mecanismos de guia, motorista) e, o segundo trata do gerenciamento eficiente do fluxo de veículos, eliminando os conflitos entre eles.

### **6.3.2 Natureza e supersistemas do sistema de transporte**

No texto consultado, os autores não apontam explicitamente um supersistema do qual o sistema de transporte faz parte. Contudo, como foi visto na definição por eles apresentada, os autores reconhecem que o sistema de transporte serve para que as pessoas possam interagir no contexto social. Disso é possível supor que, mesmo que não explicitamente colocado, os autores compreendem o sistema de transporte atuando e existindo dentro de um outro, social. Essa interpretação é reforçada pelo seguinte trecho (Papacostas&Prevedouros, 1993, p.3):

*Sistemas de transporte são construídos não como puras expressões de engenhosidade ou como monumentos à mais pura qualidade estética.*

---

<sup>84</sup> “A transportation system may be defined as consisting of the fixed facilities, the flow entities, and the control system that permit people and goods to overcome the friction of geographical space efficiently in order to participate in a timely manner in some desired activity.”

*Eles são construídos para servir pessoas no exercício de suas atividades econômicas, sociais e culturais. No jargão do economista, a demanda por transporte é derivada, ou indireta, significando que as pessoas não viajam ou deslocam suas posses por simplesmente se deslocar, mas para satisfazer determinadas necessidades, por exemplo, ir à escola, trabalhar, fazer compras, ou para visitar amigos.<sup>85</sup>*

Cabe agora sistematizar o modelo mínimo de sistema conforme definidos pelos citados autores.

### **6.3.3 A Visão de Papacostas&Prevedouros sob o quadro Analítico de Bunge**

#### **6.3.3.1. A-Composição**

Como visto anteriormente, os autores definem a composição do sistema de transporte como contendo: instalações fixas (segmentos de estrada, linhas férreas e canalizações); entidades de fluxo (veículos e contêineres); e, sistemas de controle (controle veicular e controle de fluxo).

#### **6.3.3.2. A-Ambiente**

Os autores não especificam diretamente nada que possa ser classificado como noção de ambiente ou A-Ambiente. Apenas indicam a interferência e atuação do Governo (ou, Estado) na provisão, gerenciamento e planejamento dos sistemas de transporte. Assim considerado, pode-se inferir o reconhecimento de elementos do sistema político como contidos no A-Ambiente. Entretanto, com base apenas nos elementos fornecidos no texto, nada mais específico pode ser conjecturado.

#### **6.3.3.3. A-Estrutura**

A noção de estrutura e relações que se estabelecem entre os elementos de um sistema não foi, ao que parece, vislumbrada pelos autores. Contudo, quando propõem como componentes do sistema de transporte os sistemas de controle, parece que, ao menos

---

<sup>85</sup> “Transportation systems are constructed neither as pure expressions of engineering ingenuity nor as monuments of purely aesthetic quality. They are built to serve people in undertaking their economic, social and cultural activities. In the jargon of the economist, the demand for transportation is derived, or indirect, meaning that people do not normally travel or move their possessions for the sake of movement but to fulfill certain needs, for example, to go to school, to work, to shop, or to visit with friends.”

intuitivamente, tentam abarcar noções de algo que orienta, dirige, gerencia. Contudo, não discriminam claramente que coisas exercem esse tipo de atividade, sejam elas internas ou externas à composição do sistema de transporte.

## **6.4 O SISTEMA DE TRANSPORTE NA VISÃO DE MORLOK**

### **6.4.1 Definição geral de sistema**

Morlok (1978), assim como os autores anteriormente analisados, não faz em seu texto qualquer referência a uma teoria de sistemas a partir do qual desenvolve as suas idéias. Diferentemente dos demais autores, ele não apresenta qualquer definição sucinta de sistema ou de sistema de transporte. Contudo, ele tenta desenvolver e explorar a idéia de cada “componente funcional”. Mais adiante, esses aspectos serão abordados com mais detalhes.

### **6.4.2 Natureza e supersistemas do sistema de transporte**

Em seu texto, Morlok(1978, p.75) comenta que “a função de sistemas de transporte é servir para o movimento de coisas.” Para afirmar isso, o autor aponta uma série de aspectos relevantes do transporte dentro de um sistema social (Morlok, 1978, p.31-63), sua influência sobre aspectos econômicos, geográficos, políticos e sobre o meio-ambiente, e vice-versa. Tomando isso como base, pode-se dizer que o autor reconhece o sistema de transporte incluso num sistema social, mais amplo.

Além disso, como ocorre com os demais autores aqui vistos, Morlok também reconhece o papel da tecnologia quando se trata dos sistemas de transporte (Morlok, 1978, p.10 e 75-83).

### **6.4.3 A Visão de Morlok sob o quadro Analítico de Bunge**

#### **6.4.3.1 A-Composição**

Segundo Morlok (1978, p.83), o primeiro grupo de elementos de um sistema de transporte é o daqueles envolvidos diretamente com o movimento de objetos de um lugar para outro. Neste grupo, o autor coloca:

- os veículos, entidades vinculadas a proporcionar mobilidade aos objetos em relação a um determinado tipo de caminho;
- os contêineres, que são artefatos dentro dos quais (ou sobre os quais) os objetos são transportados, e que passam a ser parte dos veículos;
- os caminhos que, por sua vez, são compostos por ligações e interseções<sup>86</sup>, sendo as primeiras responsáveis pela restrição do fluxo de veículos para que sigam uma rota determinada e, as últimas são responsáveis pela convergência ou separação de fluxos vindos (ou seguindo) de (para) diferentes ligações;
- os terminais, que são locais nos quais os sistemas de transporte “aceitam objetos a serem movidos e/ou os “devolvem” ao final da viagem”.

O autor ainda cita mais dois componentes – os planos de operação e os subsistemas de manutenção e de informação e controle - que, por sua natureza e de acordo com a base teórica usada nesta tese, seriam melhor classificados como parte da A-Estrutura. As razões serão comentadas oportunamente.

#### 6.4.3.2. A-Ambiente

Sobre o ambiente do sistema de transporte, além de compreendê-lo como subsistema de um sistema social mais amplo que o determina, o autor não define nenhum elemento específico que possa ser classificado dentro desse conjunto. No máximo, seria possível dizer que, no A-Ambiente, o autor reconhece a existência de elementos oriundos dos sistemas econômico, político e natural.

#### 6.4.3.3. A-Estrutura

Sobre a A-Estrutura, como foi comentado anteriormente, o autor havia identificado três componentes adicionais de um sistema de transporte, a saber: os planos de operação; os subsistemas de manutenção, e de informação e controle (Morlok, 1978, p.88-89). Bem, segundo a base teórica adotada nesse trabalho, pela natureza dos componentes referidos, estes seriam melhor classificados como elementos da A-Estrutura do sistema de transporte. A razão é a seguinte: ao se referir a esses “componentes”, o autor faz menção direta a

---

<sup>86</sup> Tradução de “way link” e “way intersection”. (Morlok, 1978, p.84)

funções/relações que devem ser estabelecidas. Por exemplo, o plano de operação registra o comportamento que cada componente deve assumir para que o sistema funcione de acordo, ou seja, abstratamente se trata de um conjunto de funções/relações específicas que são estabelecidas pelas coisas contidas na A-Composição e no A-Ambiente.

De forma semelhante, ao se referir aos subsistemas de manutenção e de informação e controle, o autor revela preocupação com atividades como o monitoramento, o controle das operações, a averiguação de conformidade dos eventos com o modelo de funcionamento estabelecido. Novamente, refere-se a funções/relações e não às coisas em si.

Apesar de tudo, ao final o autor não provê uma listagem específica de relações e as coisas entre as quais elas se estabelecem.

## 6.5 UM RESUMO DAS VISÕES ESTUDADAS E COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Uma vez apresentadas as diferentes visões dos autores aqui estudados, cabe sintetizar o que foi visto para fins didáticos. O quadro abaixo apresenta as quatro visões, classificadas segundo o quadro teórico de base utilizado para a análise dos textos. Cabe, novamente, observar que os tópicos analíticos utilizados não são oriundos dos autores estudados, mas, sim, da base teórica adotada nessa tese. Ou seja, ao consultar diretamente os textos dos autores, sua estrutura diferirá muito desta aqui utilizada.

**Quadro 3:** Síntese das Visões de Sistema de Transporte Estudadas

Aspecto	Hay (1977)	Sussman (2000)	Papacostas e Prevedouros (1993)	Morlock (1978)
<b>Def. Geral de Sistema</b>	Não referencia. Sistema como grupo ou agregado de elementos.	Não referencia uma teoria geral de sistemas. Não define a noção básica de sistema. Apenas faz menção a sistema complexo.	Não referencia.	Não referencia. Não define sistema.
<b>Natureza do Sistema de Transporte</b>	Sistema tecnológico.	Sistema complexo com forte vertente tecnológica.	Não especifica.	Reconhece a influência mútua entre sistema de transporte e aspectos políticos, geográficos e econômicos. Não

Aspecto	Hay (1977)	Sussman (2000)	Papacostas e Prevedouros (1993)	Morlock (1978)
				discorre, contudo, sobre sua natureza.
<b>Supersistema</b>	Sistema socioeconômico.	Não específica.	Não específica.	Não específica.
<b>A-Composição</b>	Veículos, força motriz, estradas, terminais e equipamentos de controle.	Infraestrutura, composta pelas vias, terminais e estações; veículos; equipamentos; sistemas de propulsão; combustível; e, sistemas de controle, comunicação e localização	Instalações fixas, entidades de fluxo e sistemas de controle.	Veículo, contêineres, caminhos e terminais. (Cita como componentes, planos de operação e subsistemas de manutenção e de informação e controle, mas que seriam melhor classificados como A-Estrutura).
<b>A-Ambiente</b>	Não específica. Faz referência a fatores econômicos, militares, políticos, geográficos e tecnológicos, mas sem especificação.	Comunidade financeira, indústria de suprimentos, <i>stakeholders</i> , público geral, os usuários/compradores dos serviços e produtos, governo, e competição	Não define. Apenas reconhece a interferência do Governo (ou Estado), mas não o classifica como entidade contida no ambiente.	Não específica. Indica no seu texto, entretanto, influência de e sobre aspectos econômicos, geográficos, políticos e do meio-ambiente.
<b>A-Estrutura</b>	Trabalho, supervisão e gestão.	Trabalho, trabalho organizado, função de gestão, <i>marketing</i> , competição, planejamento estratégico, operação, tensão entre operação e <i>marketing</i> , gerenciamento da manutenção, da informação, pesquisa operacional e administração, programação, alocação de pessoal, distribuição de fluxos, conexão, ponderação entre custo e benefício, e planejamento para	Não define. Reconhece funções ou papéis como orientação, direção e gerenciamento.	Não específica. Partindo dos componentes “plano de operação e sistemas de manutenção e de informação e controle” pode-se extrair funções como: (i) monitoramento, (ii) controle de operação, (iii) averiguação de conformidade, (iv) manutenção, (v) comunicação.

Aspecto	Hay (1977)	Sussman (2000)	Papacostas e Prevedouros (1993)	Morlock (1978)
		contingências		

O principal objetivo desse capítulo foi a demonstração de como a teoria e os recursos providos pelos trabalhos de Bunge são úteis e fecundos para análise de teorias sobre sistemas de transporte, permitindo identificar as efetivas diferenças existentes entre elas. Acredita-se que esse objetivo tenha sido cumprido.

No próximo capítulo será apresentado um exemplo de como a base teórica defendida por esta tese pode ser utilizada para reinterpretar estudos já feitos, provendo e permitindo quadros teóricos mais abrangentes sobre os sistemas de transporte. Além disso, utilizando as visões estudadas neste capítulo, serão contrastados os resultados que seriam gerados pelas teorias estudadas, permitindo ao leitor vislumbrar as potencialidades e restrições de cada uma.

## 7 UM EXEMPLO DE USO DA TEORIA: O SISTEMA DE TRANSPORTE ESCOLAR RURAL

Essa seção exemplifica a utilização da teoria proposta para reinterpretação de fenômenos e dados coletados em pesquisas sobre transporte. Especificamente, aqui será abordada a questão do Transporte Escolar Rural.

Além disso, ao final, será sintetizado um quadro-resumo da visão que seria proporcionada por cada teoria de sistema de transporte estudada no capítulo anterior, em contraste com a teoria de Bunge aqui defendida.

### 7.1 PARTIDO TEÓRICO PARA A REINTERPRETAÇÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR RURAL: UMA VISÃO SISTEMISTA

Esta seção apresenta um partido teórico para a reinterpretação e análise do transporte escolar, o que inclui sua contextualização dentro de um sistema social mais amplo. Cabe apontar que a teoria aqui adotada tira contribuições da Teoria Geral de Sistemas (Bertalanffy, 2008)<sup>87</sup> mas é desenvolvida, aprimorada e sistematizada nos volumes 3 e 4 do *Treatise on Basic Philosophy* de Mario Bunge (1977 e 1979).

#### 7.1.1 A Complexidade de uma Sociedade Humana

Toda sociedade humana possui características próprias que lhes distinguem de outras sociedade animais, a saber (Bunge, 1979, p.188):

- Alguns membros de toda sociedade humana realizam *trabalho*, ou seja, se engajam na deliberada transformação de parte de seu ambiente (*homo faber*);
- Os trabalhadores utilizam *ferramentas* feitas sob determinados padrões e trabalham com elas seguindo regras ou *técnicas* que eles próprios inventaram, melhoraram ou aprenderam;
- Alguns membros de qualquer sociedade humana *gerenciam* (dirigem ou controlam, ou contribuem tanto para a direção quanto controle) atividades de outros membros; eles organizam ainda trabalho ou jogos, atividades de aprendizado e batalha;

---

<sup>87</sup> Original: Bertalanffy, L. V. *General System theory: Foundations, Development, Applications*, New York: George Braziller, 1968.

- Alguns membros de qualquer comunidade humana se engajam (mesmo que não exclusivamente) em atividades culturais – pinturas, contos, desenvolvimento de ferramentas, cura, ensino, produção de conhecimento, etc. (*homo culturifex*);
- Todos os membros de qualquer sociedade humana dedicam algum tempo a diversão (*homo ludens*);
- Todos os membros de qualquer sociedade humana se comunicam com outros membros (embora não todos) da mesma sociedade, ou de outras, por meio de símbolos padronizados, em particular uma língua;
- Todos os membros de qualquer sociedade humana compartilham informação, serviços ou produtos com alguns outros membros da mesma sociedade;
- Todos os membros de qualquer sociedade humana aprendem atitudes, habilidades e informações não apenas de seus pais, mais também de outros membros de sua comunidade (por imitação ou por ensino formal);
- Qualquer sociedade humana é dividida em grupos sociais, tais como famílias, associações profissionais, etc;
- Qualquer sociedade humana perdura enquanto todo membro participar, em algum extensão, em diversas atividades sociais e perceber os benefícios de tal participação.

Essas propriedades são compartilhadas por outras sociedades animais que não a humana (por exemplo, em sociedade de abelhas, seus membros fazem trabalho). Entretanto, a sociedade humana é a única sociedade animal que possui todas essas propriedades conjuntamente.

Abordar qualquer elemento requer entendê-lo sob este prisma complexo, reconhecer que um mesmo elemento (no caso, pessoa, ser social) desenvolve diferentes tipos de relações com diferentes entes e em diferentes contextos.

Portanto, a compreensão do transporte escolar passa, necessariamente, pela compreensão de processos outros e da articulação do transporte escolar com os diversos componentes sociais. E, nesse sentido, o primeiro passo é entender o sistema educacional e seu papel social.

### **7.1.2 Alguns elementos analíticos**

Para melhor abordar as idéias apresentadas anteriormente, bem como para permitir a sistematização e interpretação de outros fatos, faz-se necessário apresentar alguns elementos analíticos que tem utilidade instrumental para trabalhar a complexidade de um sistema social. São eles:

- Composição do sistema social: inclui os seres humanos que formam a sociedade e também os artefatos (ex. Ônibus, caminhonetes, barcos, ferramentas, etc) que eles produzem;
- Ambiente do sistema social: inclui tudo que os seres humanos que fazem parte da sociedade precisam para sobreviver (recursos naturais ou mesmo componentes de outras sociedades);
- Estrutura do sistema social: inclui todas as relações desenvolvidas entre os componentes de uma sociedade e as relações entre esses e os elementos do ambiente. Podem ser classificadas em relações mais específicas: relações de socialização e relações de transformação – trabalho, cultura e gestão.

## **7.2 RECURSOS METODOLÓGICOS PARA ORGANIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DO MATERIAL GERADO PELAS PESQUISAS DE CAMPO DO TRANSPORTE ESCOLAR RURAL**

Inicialmente, para abordar o transporte escolar dentro da complexidade de um sistema social é conveniente assumir alguns postulados, a saber:

- Toda sociedade humana é formada por pelo menos 4 subsistemas: o sistema familiar, o sistema econômico, o sistema cultural e o sistema político;
- Todo membro de uma sociedade faz parte de pelo menos um desses sistemas.

Partindo disso, a compreensão dos aspectos relacionados com o transporte escolar depende de sua análise sob essa perspectiva plural. As pessoas desempenham diferentes papéis, e esses papéis geralmente não são excludentes. Por exemplo, Pedro é um aluno (componente do subsistema cultural), mas também é filho de alguém - tem uma família e é um componente de um subsistema familiar. Os pais de Pedro (papel essencialmente familiar)

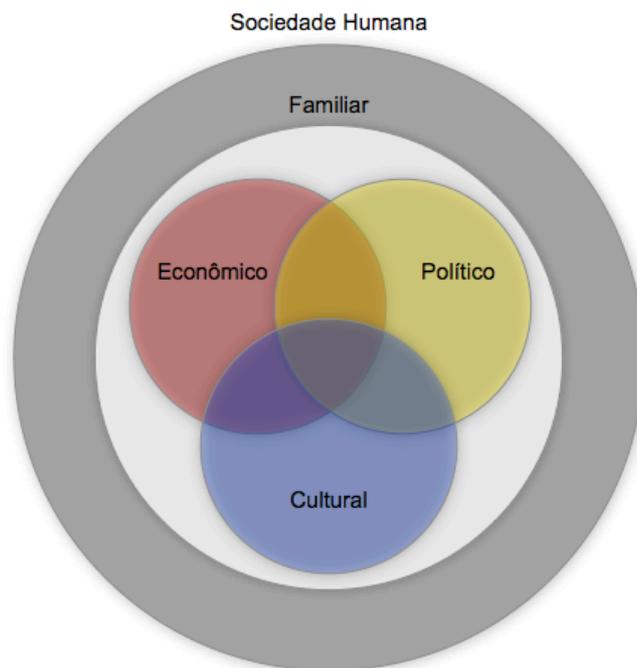
tem contribuição em sua educação - são “educadores”, componentes de um subsistema cultural.

Quando Pedro usa um veículo para se deslocar, ele o faz por alguma razão - quer por diversão, por necessidade de ir ao trabalho, à escola, enfim, para participar de alguma atividade – e essa razão só pode ser estudada se esse fenômeno for abordado sob a perspectiva de um outro sistema. Ou seja, para se entender porquê ocorre a necessidade do transporte e, tão importante quanto, sob que condições esse transporte deve acontecer, não se pode apelar apenas ao contexto em que o deslocamento ocorre: é necessário conjecturar e confirmar as razões em outros níveis de análise (sistema familiar, econômico, cultural ou político).

Isso, obviamente, é uma tarefa que exige trabalho multidisciplinar e muito tempo de estudo. Por questões meramente pragmáticas, é interessante, para efeitos desse trabalho, reduzir o escopo de questões, respeitadas as observações sobre a complexidade do fenômeno feitas anteriormente.

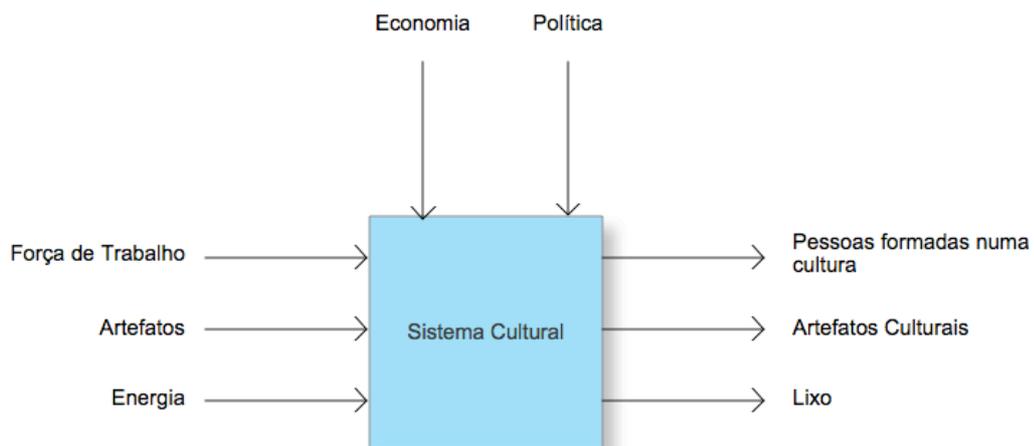
### **7.2.1 Delimitação do Foco: o Sistema Educacional, Sistema de Transporte e o Sistema de Transporte Escolar.**

Na investigação dos fenômenos de transporte, um dos primeiros passos é compreender os motivadores, os quais são oriundos de outros níveis sistêmicos. A figura abaixo apresenta os principais subsistemas de uma sociedade humana.



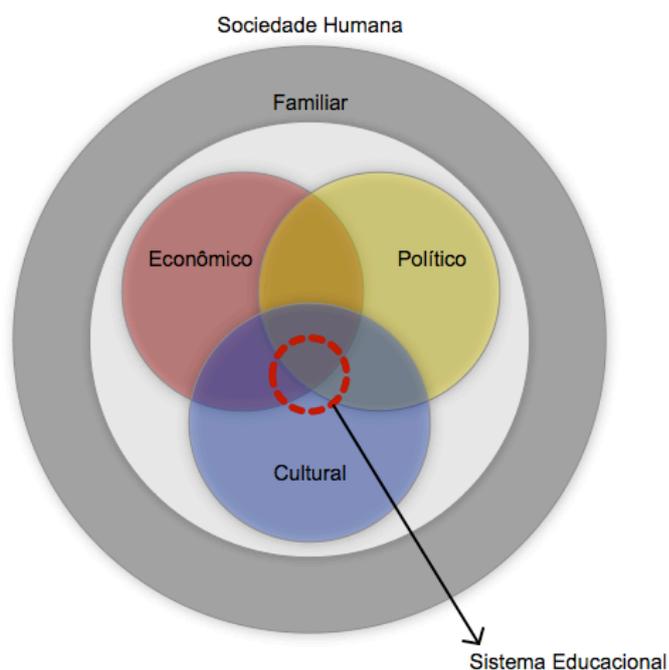
**Figura 7:** Esquema dos principais subsistemas de uma sociedade humana (Bunge, 1979, p.203)

Cabe agora incluir a idéia do sistema educacional. De acordo com a teoria de Bunge (1979), e como foi apresentado no início deste capítulo, toda sociedade humana tem membros que se engajam em atividades culturais. Estas são atividades que tem como finalidade mudar a forma como as pessoas se sentem ou pensam. O processo de educação, formal ou não, tem a finalidade de ensinar pessoas a pensar, ou mudar a forma como pensam. Nesse contexto, sob a ótica do sistema social, o sistema educacional (que está incluso no sistema cultural) tem como finalidade a formação de membros da sociedade capazes de participar (em alguma extensão) de atividades sociais, com vistas à manutenção da própria sociedade. A figura abaixo apresenta um modelo simples de inputs-outputs de um sistema cultural.



**Figura 8:** Esquema de inputs e outputs de um sistema cultural (Bunge, 1979, p.212)

Com base nesse modelo, pode-se situar um sistema educacional como um subsistema do sistema cultural, mas que pode ter interseções com os sistemas econômico (como no caso da produção de livros para venda) e político (como no caso dos movimentos estudantis). Adaptando a Figura 9, podemos localizar o sistema educacional conforme ilustração abaixo.

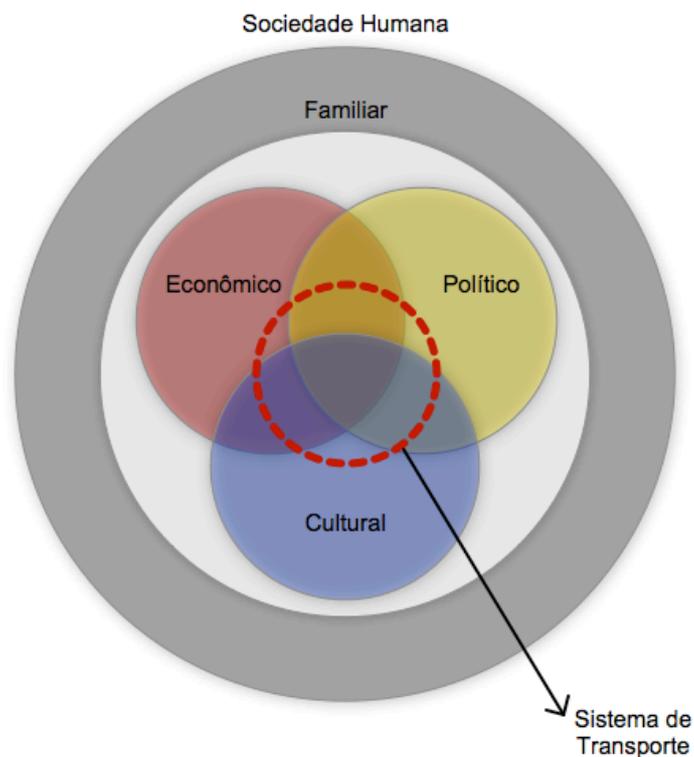


**Figura 9:** Posicionamento do Sistema Educacional.

Agora, como situar o transporte escolar rural? O Transporte Escolar Rural, ou melhor, o Sistema de Transporte Escolar Rural é um subsistema do sistema de transporte de uma sociedade. Para melhor compreender esse aspecto, é oportuna a digressão sobre o tema do Sistema de Transporte.

O Sistema de Transporte - assim como o sistema de telecomunicações, de energia, de defesa, etc – são sistema infra-estruturais. Isso quer dizer que é sobre eles que os demais sistemas (econômico, político e cultural), superestrutura, podem se desenvolver. Em termos comuns, a finalidade do sistema de transporte é satisfação de uma necessidade social (individual ou coletiva) que necessita do deslocamento de algo (pessoa ou artefato), e essa necessidade não se origina no próprio sistema de transporte, mas em outro sistema externo a ele. Por exemplo, a necessidade de deslocamento de pessoas entre sua residência e unidades de educação não surge no sistema de transporte, mas sim num sistema educacional ou mesmo em outros sistemas (como o familiar, econômico, etc).

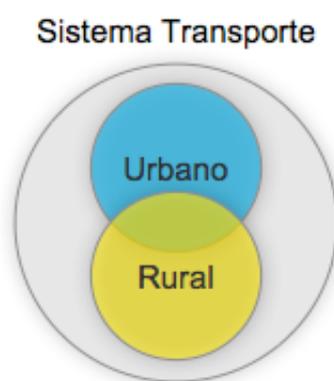
A figura abaixo tenta ilustrar a relação entre o sistema de transporte e os outros subsistemas componentes de uma sociedade humana.



**Figura 10:** Sistema de Transporte de uma Sociedade Humana.

Assim representado, reconhece-se que o sistema de transporte pode possuir componentes compartilhados com os demais sistemas - lembrando Bunge (1979), todo membro de uma sociedade faz parte de pelo menos um dos sistemas referidos (econômico, político ou cultural) – e, nesse sentido, compreendemos todas as interseções com esses sistemas. Não obstante, algumas dessas interseções, numa ou outra sociedade, pode ser vazia. Neste caso, a pesquisa científica irá, a seu tempo, prover as adequadas informações.

Antes de retomar a questão do Transporte Escolar, cabe ainda comentar o Sistema de Transporte possui ao menos dois grandes subsistemas: urbano e rural.



**Figura 11:** Sistema de Transporte de uma Sociedade Humana.

Evitando a polêmica sobre o critério de demarcação entre rural e urbano, por hora, façamos uso de um **orientador simples: o sistema de transporte urbano é fundado na disponibilidade de infra-estrutura diversificada, diversidade de tipos de uso do solo e atividades, na grande densidade de ocupação e humanização da paisagem natural; enquanto que o sistema de transporte rural é fundado em infra-estrutura menos diversificada, baixa diversidade de tipos de uso do solo e atividades, baixo nível de densidade de ocupação e humanização da paisagem natural.** Por enquanto, até a obtenção de um critério mais preciso, este será o que norteará as análises no decorrer do documento.

Finda a digressão sobre o Sistema de Transporte, em tempo, retornamos à questão do Transporte Escolar Rural. Agora, tendo por base as idéias apresentadas, podemos localizar mais propriamente esse sistema entre os demais sistemas apresentados. Pondo num mesmo

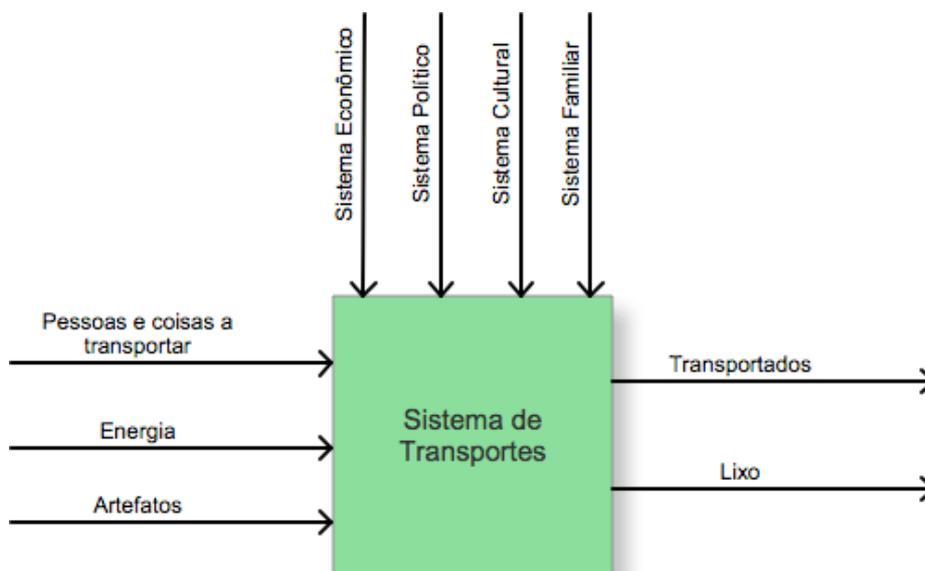


### 7.2.2 Sistema de Transporte Escolar Rural: Primeiro Esboço de um Modelo “Caixa Preta”.

Conforme apresentado no início da seção, para a análise de sistemas (Bunge, 1979) deve-se utilizar o modelo mínimo: Composição, Ambiente e Estrutura. Fazendo uso desses recursos, podemos apresentar o seguinte modelo preliminar do Sistema de Transporte Escolar Rural. Perceba que, como qualquer teoria, essa proposição está sujeita a alterações e aprimoramentos à medida em que o conhecimento sobre a área venha a avançar.

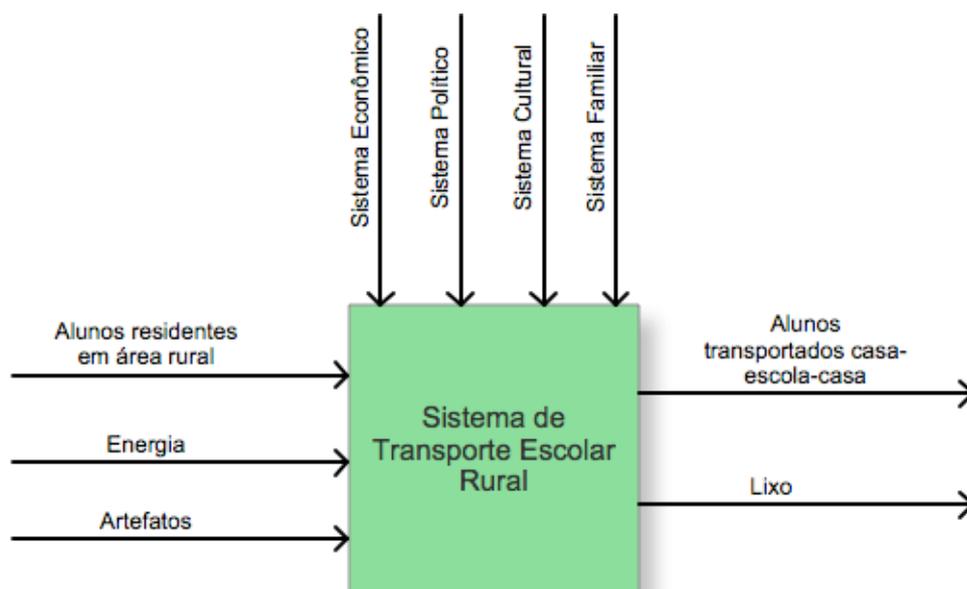
A composição do sistema de transporte escolar rural inclui pessoas e artefatos. Os artefatos, caso existam, podem ser categorizados nos seguintes tipos: (i) veículos, (ii) vias, e, (iii) edificações.

Como ponto de partida, podemos adotar o seguinte modelo de “caixa-preta” e, a partir dele, conjecturar alguns elementos que a serem corroborados ou não com o auxílio de dados providos por pesquisas de campo.



**Figura 13:** Modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte. Setas à esquerda indicam as entradas, as da direita indicam saídas e as do lado superior indicam relações com outros sistemas.

É interessante limitar ainda mais o enfoque, obtendo-se o modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte Escolar Rural. Esse modelo está ilustrado a seguir:



**Figura 14:** Modelo “Caixa Preta” do Sistema de Transporte Escolar Rural.

Apesar do modelo de “Caixa Preta” fornecer alguns elementos interessantes para a análise e compreensão de um sistema, ele está longe de ser suficiente. Isso porque nada fornece sobre o mecanismo de um sistema, sua composição e estrutura. Tão importante quanto as entradas e saídas de um sistema são também os relacionamentos internos e os componentes desse sistema. O modelo de “Caixa Preta” apenas aponta as principais relações entre o sistema de interesse e os demais sistemas e coisas existentes (ambiente).

Para avançar sobre a compreensão do STER, é necessário explorar nuances mais profundas. E foi com esse intuito que foi realizada a pesquisa de caracterização do Transporte Escolar Rural em alguns municípios brasileiros.

### **7.3 PRIMEIRO EXPERIMENTO DE CAMPO: A CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR RURAL EM ALGUNS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.**

A primeira pesquisa sobre a caracterização do Transporte Escolar Rural foi realizada num parceria entre o Fundo de Desenvolvimento da Educação – FNDE e o Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes da Universidade de Brasília – Ceftru/UnB em 2006/2007.

A pesquisa visitou 16 municípios brasileiros, escolhidos de forma a cobrir diferentes características e realidades locais, ou seja, a diversidade foi o principal critério para a escolha. Foram selecionados: Careiro (AM), Curralinho (PA), Diamantino (MT), Goianinha (RN), Iará (BA), Laranjeiras (SE), Macapá (AP), Morada Nova (CE) Porto Ferreira (SP), Quitandinha (PR), Santana do Araguaia (PA), São Sebastião (AL), Sobradinho (RS), Sussuapara (PI), Três Barras (SC) e Vivência (PE).

Dentre as atividades previstas, pode-se destacar as entrevistas com pessoas de relevância para a prestação, planejamento e manutenção dos serviços, bem como com aquelas que efetivamente faziam uso do serviço de transporte. Foram entrevistados alunos, professores, pais, gestores públicos, motoristas, dentre outros agentes.

Um dos resultados relevantes obtidos foi o registro da percepção de cada um dos entrevistados acerca do Transporte Escolar Rural. Com base nas entrevistas, foi possível a obtenção de informações capazes de subsidiar uma avaliação sobre o desempenho do serviço, bem como sobre expectativas existentes acerca de como o transporte escolar deveria ser para atender às peculiaridades do transporte de alunos residentes em área rural.

Por ser eminentemente qualitativa, a pesquisa não pôde cobrir um grande número de municípios (dado o elevado custo). Apesar disso, os resultados obtidos revelaram a riqueza de aspectos e a diversidade de situações existentes. Foi realizado, ainda, um censo do Transporte Escolar Rural com vistas ao fornecimento – e, possivelmente, validação – de dados adicionais sobre a questão nos demais municípios brasileiros.

Foram realizadas, ainda, outras pesquisas para a obtenção de mais informações sobre a demanda pelo serviço (incluindo grupos minoritários) além de pesquisas sobre o custo por aluno em cada município. Buscava-se, à época, informações para subsidiar o planejamento e repasse de recursos para a melhor provisão e manutenção dos serviços de Transporte Escolar Rural (Ceftru&FNDE, 2007).

É sobre parte dessas informações que será ajustado aqui um quadro resumo do modelo de Sistema de Transporte Escolar Rural. Cabe observar, contudo, que o modelo aqui apresentado não se restringe aos dados coletados, e antecipa uma série de outros aspectos que não foram objeto da pesquisa mas que podem ser considerados em futuras

investigações e experimentos. Como teoria interpretativa, conforme foi dito no início deste capítulo, fazer-se-á uso da ontologia e teoria de sistema de Mario Bunge (1977 e 1979).

#### **7.4 MODELANDO O SISTEMA DE TRANSPORTE ESCOLAR RURAL.**

Bunge (1979) orienta para que se analise um sistema enumerando primeiro seus componentes, depois seu ambiente e, por fim, sua estrutura. No caso em questão é mais interessante que enumeremos os artefatos (criações humanas como um ônibus, um carro, um prédio, um livro, etc) e, seguindo as relações específicas com os artefatos (uso, produção, manutenção – ver definição de tecnossistema no item 4.5.4) -, prosseguir para a enumeração dos demais componentes e do ambiente, e das demais relações da estrutura do sistema.

Assim procedendo, podemos tomar o primeiro artefato: o veículo. Levando em consideração as relações específicas (uso, produção, manutenção e controle), e utilizando elementos fornecidos pelas pesquisas de campo (Ceftru&FNDE, 2007 e 2009), podemos conjecturar os seguintes componentes (obs. sempre que se fizer referência a alguma instituição – secretaria – considera-se as pessoas que nela trabalham):

- Uso de veículo: Motorista.
- Produção dos veículos: Fabricante (Indústria Automotiva).
- Reparo de veículos: Mecânicos, eletricitas, borracheiros, estofadores, vidraceiros, etc.
- Concepção de veículos: Fabricante (Indústria Automotiva)
- Controle, Gestão, Supervisão: Gestor de Frota, normalizador, Prefeito, Secretário de Transportes (ou similar), Planejador do Serviço, monitor, operador do serviço.

Considerando o próximo artefato, as vias, podem ser listados:

- Uso da Via: Veículo (pessoas a pé, animais de carga, ou veículos automotivos)

- Produção da via: Secretaria de Obras (ou similar), produtores locais, operadores de máquinas (niveladora, tratores, etc)
- Reparo das vias: Secretaria de Obras (ou similar), produtores locais, operadores de máquinas (niveladora, tratores, etc).
- Concepção de vias: Secretaria de Planejamento, de Obras (ou similar), produtores locais.
- Controle, Gestão, Supervisão: Gestor das vias, normalizador, Prefeito, Secretário de Transportes (ou similar), operador do serviço.

No que diz respeito às edificações (terminais, garagens, pátios), podem ser enumerados:

- Uso das edificações: Veículo e pessoas envolvidas no uso, produção, reparo dos artefatos e na gestão, controle e supervisão da força de trabalho;
- Produção das edificações: Secretaria de Obras (ou similar), produtores locais, operadores de máquinas (niveladora, tratores, etc), projetistas, trabalhadores da construção civil;
- Reparo das edificações: Secretaria de Obras (ou similar), produtores locais, operadores de máquinas (niveladora, tratores, etc), projetistas, trabalhadores da construção civil;
- Concepção de edificações: Secretaria de Obras (ou similar), produtores locais, operadores de máquinas (niveladora, tratores, etc), projetistas.
- Controle, Gestão, Supervisão: Gestor das edificações, normalizador, Prefeito, Secretário de obras (ou similar).

Agora, é também possível listar os elementos do ambiente:

- Estudante:
  - É componente do sistema cultural, e transportado pelo veículo. É com ele que o sistema de transporte escolar rural estabelece a relação mais importante. É ele, ou em função dele, que os requisitos para o funcionamento do sistema são especificados.

- Professor:
  - Assim como o estudante, é componente do sistema cultural. Tem participação ativa no desenho do serviço do transporte escolar rural, colocando, dado seu conhecimento sobre os alunos, as condições propícias para a adequada participação do aluno em sala de aula.
  
- Diretor
  - Tal qual acontece com os anteriores, é componente do sistema cultural. Integra, coordena, supervisiona os professores e estudantes, sendo capaz de centralizar o conhecimento sobre a unidade educacional que coordena. Assim, tal qual os professores, é capaz de especificar as condições para a adequada provisão do serviço.
  
- Secretário de Educação:
  - É componente do sistema político e cultural. Coordena as atividades e questões educacionais de um município, incluindo o Transporte Escolar Rural.
  
- Combustível:
  - Insumo para funcionamento dos veículos automotivos com motor a explosão.
  
- Financiador:
  - É componente do sistema econômico. É o responsável pela provisão de recursos para o Sistema de Transporte Escolar Rural.
  
- Peças:
  - Insumo fundamental para a produção e reparo dos artefatos do sistema de transporte. Não foi considerado em sua composição pois as peças podem servir a diferentes artefatos.
  
- Prefeito:

- Possui responsabilidade constitucional na realização do serviço. É componente do sistema político e desenvolve relações que interferem na forma de atuação de componentes do sistema econômico, cultural e político.
- Produtores de Peças
  - São componentes do sistema econômico cujas decisões determinam a existência e propriedades das peças que são necessárias ao sistema de Transporte Escolar Rural.
- Unidades de Ensino
  - São artefatos do sistema educacional cuja localização interfere diretamente em como deve ser o arranjo espacial do sistema de Transporte Escolar.
- Fatores Naturais
  - Interferem na forma de prestação do serviço e determinam requisitos para o desenho de artefatos como os veículos (ex. calor ou frio, poeira, luminosidade, etc). Interferem também no projeto e especificação das vias, na aceitabilidade de veículos não-motorizados.

Comentados todos esses elementos, pode-se sintetizar o seguinte quadro-resumo do modelo mínimo do Sistema de Transporte Escolar Rural.

**Quadro 4:** Quadro-Síntese do Modelo Mínimo de um Sistema de Transporte Escolar Rural

Composição		Ambiente	Estrutura
Pessoas	Artefatos		
Motorista	Veículo	Estudante	Relações Sociais
Mecânico	Vias	Professor	Trabalho
Secretário de Transportes	Edificações (ex. Garagem)	Diretor	- Uso
Monitor		Secretário de Educação	- Produção
Gestor de Frota		Combustível	- Reparo
Fabricante		Financiador	Cultura
Normalizador		Caronas	- Conceção
Operador do Serviço		Peças	- Pesquisa
Secretário de obras ou similar		Prefeito	Gestão
Projetista		Produtores de Peças	- Controle
		Unidades de ensino	

Planejador do serviço		Fatores Naturais PNEs	- Supervisão - Orientação
-----------------------	--	-----------------------	------------------------------

Em verdade a melhor forma de representar o sistema seria um grafo no qual cada elemento da A-Composição e A-Ambiente são representados como nós e cada relação contida na A-Estrutura como uma ligação. Contudo, como foi inicialmente proposto, estamos interessados em destacar as diferenças entre o modelo produzido com base na teoria defendida por esta tese, e aqueles produzidos pelas demais teorias estudadas. Essa comparação será objeto da seção seguinte.

## **7.5 COMPARATIVOS ENTRE OS MODELOS PRODUZIDOS PELAS TEORIAS ESTUDADAS**

Nosso interesse aqui é, especificamente, demonstrar como a teoria proposta é útil para a análise de outras teorias sobre sistemas, permitindo a identificação clara das diferenças entre cada uma. Além disso, entende-se que o modelo produzido pela teoria defendida nesse trabalho seria mais abrangente que aqueles produzidos pelas teorias sobre sistemas de transporte estudadas. Para melhor ilustrar isso, proceder-se-á da seguinte forma:

- A cada autor, será atribuído um quadro apresentando o modelo produzido pela teoria aqui defendida;
- Os elementos não abrangidos pela teoria do respectivo autor serão apresentados em taxado;
- Os elementos não abrangidos pela teoria defendida serão incluídos em negrito;
- Os elementos semelhantes serão sublinhados;
- Nos casos onde se compreenda que as diferenças apontadas nas teorias analisadas sejam casos específicos, ou mesmo sinônimos dos itens já listados, esses serão apresentados em negrito, itálico e com o tamanho da letra reduzido, logo após aquele que os engloba/equivalere.

Cabe ainda observar que são considerados elementos semelhantes não apenas aqueles explicitamente referidos na teoria do autor, mas aqueles cuja semântica seja semelhante (ex. governo e prefeito).

Dando prosseguimento, o quadro abaixo apresenta o comparativo com o modelo que seria produzido pela teoria de Hay.

**Quadro 5:** O Modelo produzido segundo Teoria de Hay

Composição		Ambiente	Estrutura
Pessoas	Artefatos		
Motorista	<u>Veículo</u>	<u>Estudante</u>	<u>Relações Sociais</u>
Mecânico	<i>Força Motriz</i>	Professor	<u>Trabalho</u>
Secretário de	<u>Vias</u>	Diretor	— Use
Transportes	- Estradas	Secretário de	— Produção
Monitor	<u>Edificações (ex.</u>	Educação	— Reparo
Gestor de Frota	<u>Garagem)</u>	Combustível	
Fabricante	- Terminais	<u>Financiador</u>	Cultura
Normalizador	<b>Equipamentos de</b>	- Aspectos econômicos	— Conceção
Operador do Serviço	<b>Controle</b>	Caronas	— Pesquisa
Secretário de obras		Peças	
ou similar		<u>Prefeito</u>	<u>Gestão</u>
Projetista		- Aspectos políticos	— Controle
Planejador do		Produtores de Peças	- <u>Supervisão</u>
serviço		Unidades de ensino	— Orientação
		<u>Fatores Naturais</u>	
		- Aspectos geográficos	
		PNEs	

Observe que, no quadro acima, o único elemento adicional são os equipamentos de controle. Contudo, esses elementos não foram explicitados no quadro original pois foram considerados como constituintes dos veículos, vias e edificações. Contudo, uma melhor reflexão sobre as vantagens de explicitar esse elemento, quer como um novo ou um subcomponente dos demais, seja, talvez, necessária.

Observemos agora o quadro contendo um modelo de sistema de transporte constituído através da teoria de Sussman.

**Quadro 6:** O Modelo produzido segundo Teoria de Sussman

Composição		Ambiente	Estrutura
Pessoas	Artefatos		
Motorista Mecânico Secretário de Transportes Monitor Gestor de Frota Fabricante Normalizador Operador do Serviço Secretário de obras ou similar Projetista Planejador do serviço	<u>Veículo</u> - <i>Sistemas de propulsão</i> <u>Vias</u> <u>Edificações (ex. Garagem)</u> - <i>Terminais</i> - <i>Estações</i> <b>Sistema de controle</b> <b>Sistema de comunicação</b> <b>Sistema de localização</b> <sup>88</sup>	<u>Estudante</u> <u>Usuário</u> <u>Professor</u> <u>Diretor</u> <u>Secretário de educação</u> - <i>Governo</i> <u>Combustível</u> <sup>89</sup> <u>Financiador</u> - <i>Comunidade financeira</i> - <i>Stakeholders</i> <u>Caronas</u> - <i>Usuário</i> <u>Peças</u> <u>Prefeito</u> - <i>Governo</i> <u>Produtores de Peças</u> - <i>Indústria de Suprimentos</i> <u>Unidades de ensino</u> <u>Fatores Naturais</u> <u>PNEs</u> <u>Usuário</u>	<u>Relações Sociais</u> <u>Trabalho</u> - <i>Operação</i> - <i>Trabalho</i> - <i>Trabalho Organizado</i> — <i>Uso</i> — <i>Produção</i> — <i>Reparo</i>  <u>Cultura</u> — <i>Concepção</i> — <i>Pesquisa</i>  <u>Gestão</u> - <u>Controle</u> - <u>Supervisão</u> - <u>Orientação</u> <i>Planejamento estratégico</i> <i>Gerenciamento da manutenção</i> <i>Gerenciamento da informação</i>

No quadro acima, observamos componentes não englobados no nosso modelo proposto a exemplo do: sistema de controle, do sistema de comunicação e do sistema de localização. A grande questão acerca desses itens é que sua natureza no texto original de Sussman é um tanto confusa, o que não permite saber exatamente se o autor se refere a “coisas” ou a funções ou papéis. Diante disso, optou-se aqui por colocá-los como componentes. Observando os aspectos considerados, vemos que esse modelo é ainda mais abrangente que a de Hay, contudo mais restrito que o constituído tendo por base a teoria de Bunge.

A seguir, vemos o modelo baseado na teoria de Papacostas&Prevedouros.

<sup>88</sup> É de nosso entendimento que todos esses itens estão distribuídos como parte de veículos, vias e das edificações, pelo menos na acepção em que o autor colocou em seu texto.

<sup>89</sup> O autor reconhece como elemento da composição do sistema.

**Quadro 7:** O Modelo produzido segundo Teoria de Papacostas&Prevedouros

Composição		Ambiente	Estrutura
Pessoas	Artefatos		
Motorista - <u>Sistema de controle</u> Mecânico Secretário de Transportes Monitor Gestor de Frota Fabricante Normalizador Operador do Serviço Secretário de obras ou similar Projetista Planejador do serviço	<u>Veículo</u> - <u>Entidades de fluxo</u> <u>Vias</u> - <u>Instalações fixas</u> <u>Edificações (ex. Garagem)</u> - <u>Instalações fixas</u>	Estudante Professor Diretor <u>Secretário de Educação</u> - <u>Governo</u> Combustível Financiador Caronas Peças <u>Prefeito</u> - <u>Governo</u> Produtores de Peças Unidades de ensino Fatores Naturais PNEs	Relações Sociais Trabalho — Use — Produção — Reparo  Cultura — Concepção — Pesquisa  Gestão - Controle - Supervisão - Orientação

Comparando com o modelo-base, bem como o produzido pela teoria de Sussman, vê-se que este abrange menos elementos e relações. Vê-se também, até aqui, que as relações do tipo gestão são aquelas que são mais recorrentes nas teorias de sistema de transporte aqui estudadas.

**Quadro 8:** O Modelo produzido segundo Teoria de Morlok

Composição		Ambiente	Estrutura
Pessoas	Artefatos		
Motorista Mecânico Secretário de Transportes Monitor Gestor de Frota Fabricante Normalizador Operador do Serviço Secretário de obras ou similar Projetista Planejador do serviço	<u>Veículo</u> - <u>Veículos e contêineres</u> <u>Vias</u> - <u>Caminhos</u> <u>Edificações (ex. Garagem)</u> - <u>Terminais</u>	Estudante Professor Diretor <u>Secretário de Educação</u> - <u>Aspecto político</u> Combustível Financiador - <u>Aspectos econômicos</u> Caronas Peças <u>Prefeito</u> - <u>Aspecto político</u> Produtores de Peças Unidades de ensino Fatores Naturais	Relações Sociais Trabalho — Use — Produção - <u>Reparo</u> - <u>Manutenção</u>  Cultura - <u>Concepção</u> - <u>Planejamento</u> — Pesquisa  Gestão - <u>Controle</u> - <u>Supervisão</u> - <u>Orientação</u>

		- <i>Aspecto geográfico</i> - <i>Meio ambiente</i> PNEs	
--	--	---	--

Tomando todos os quadros ao mesmo tempo, vê-se que a forma de análise provida pela teoria de Bunge permitiu a comparação dos aspectos de cada uma das teorias sobre sistemas de transporte estudadas. Alguns elementos, contudo, não puderam ser adequadamente categorizados, mais por imprecisões ou omissões nos textos dos autores estudados do que por inadequação dos elementos analíticos oferecidos por Bunge.

Comparando os 4 autores estudados em relação ao modelo-base, é possível ver que:

- Sussman apresenta mais elementos, tanto no que se refere ao A-Ambiente quanto à A-Estrutura. Ele também é o único autor que explicita o usuário como um elemento analítico;
- todos os autores não consideraram pessoas como componentes de um sistema de transporte;
- A maioria dos autores não especifica as relações desenvolvidas entre cada elemento da composição e do ambiente do sistema;
- As relações de gestão (controle, monitoramento, supervisão etc) são as mais comumente reconhecidas pelos autores estudados;
- Com relação ao A-Ambiente, a maioria das teorias estudadas, apesar de indicarem interrelações do sistema de transporte com outros aspectos, forneceram poucos recursos para uma especificação de que elementos deveriam ser listados. Isso acaba por levar a uma interpretação de que as relações com os elementos do A-Ambiente são meramente acessórias.

## 7.6 COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES

O objetivo desse capítulo era: em primeiro lugar, a demonstração da utilidade e viabilidade do uso da teoria de Bunge para reinterpretação de resultados empíricos de pesquisa anteriores; e, em segundo lugar, a demonstração de que ela serve como base para a

produção de modelos de sistema de transporte, e que esses modelos conseguem capturar, de forma estruturada, mais aspectos que os modelos produzidos pelas teorias estudadas.

Compreendemos que ambos os objetivos foram satisfatoriamente alcançados. Primeiro, ao longo do capítulo demonstrou-se como seria possível produzir um modelo para o sistema de transporte escolar rural, provendo uma reinterpretação de resultados de algumas pesquisas já existentes e que foram construídas com uma base teórica mais restrita, que não tinha sido capaz, à época, de por todos os aspectos observados sob um mesmo quadro teórico. Segundo, fazendo uso do quadro-síntese apresentado no capítulo anterior, foi possível perceber, para o caso do transporte escolar rural, os modelos que seriam produzidos caso a teoria dos quatro autores tivesse sido utilizada. A comparação direta entre os quadros indica que o modelo construído tendo como base Bunge consegue apresentar, de forma estruturada, mais elementos para a compreensão de um sistema de transporte e, permite ainda que outros venham a ser identificados.

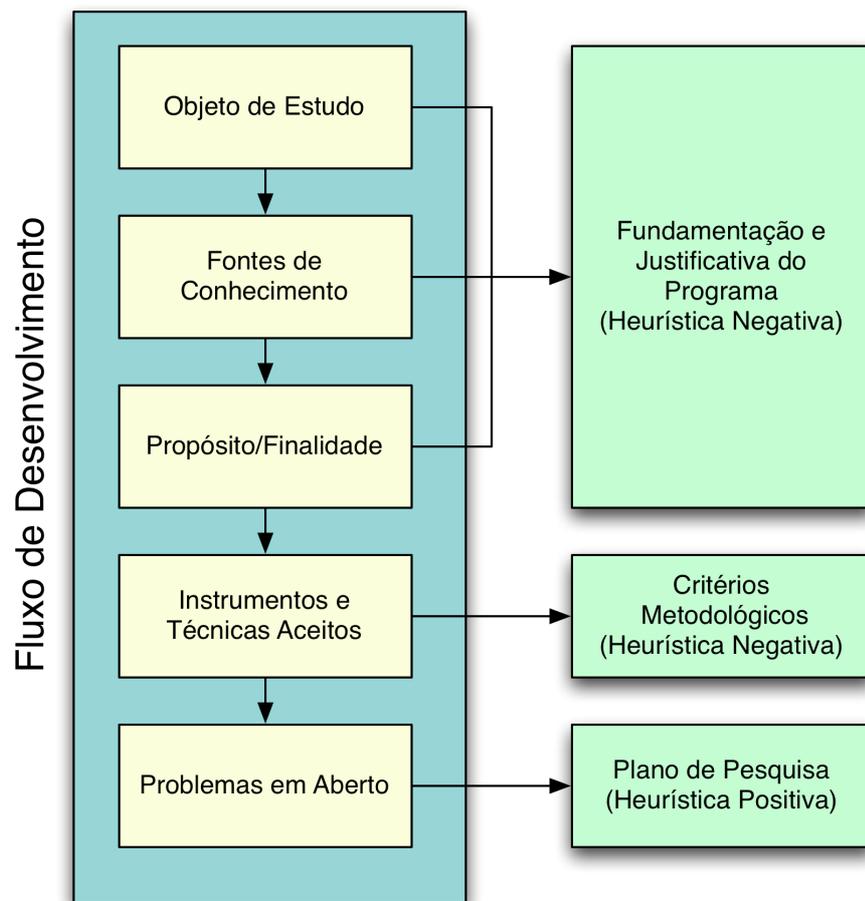
Por fim, resta observar que aqui o foco não foi propor um modelo para o transporte escolar rural, mas como foi dito antes, apenas demonstrar como a teoria proposta por esta tese é fecunda e capaz de oferecer novos recursos para a pesquisa em transportes. Cabe deixar para futuros trabalhos o aprimoramento e desenvolvimento de novos modelos de sistema de transporte, tendo como base a teoria ora proposta.

## 8 ORGANIZANDO A PESQUISA EM TRANSPORTES: ESTRUTURAÇÃO DE PROGRAMAS DE PESQUISA

### 8.1 MODELO PARA ESTRUTURAÇÃO DE PROGRAMAS DE PESQUISA

Não se tentará aqui conjecturar sobre o processo de nascimento de um programa de pesquisa. Esse aspecto foi tratado brevemente no capítulo 2. O que se pretende nessa parte é prover um instrumento que auxilie na estruturação, organização e sistematização de programas de pesquisa científica. E, retomando a perspectiva de Lakatos, um programa de pesquisa é caracterizado por suas heurísticas positiva e negativa.

Neste sentido, tomando como referencial algumas das questões colocadas por Gigch(2003), tendo ainda como orientador o pensamento de Lakatos (2001), propõe-se o modelo a seguir.



**Figura 15:** Elementos para a Estruturação de Programas de Pesquisa

A Figura 15 apresenta a proposta de elementos fundamentais para a caracterização de um programa de pesquisa. A seguir cada elemento é melhor descrito.

### **8.1.1 Delimitação do Objeto de Estudo**

Inicialmente, cabe especificar sobre o que a linha de pesquisa trata. É possível admitir que existam linhas de pesquisa cujos problemas fundamentais estejam assentados em diferentes níveis da investigação científica a saber:

- **Nível da Filosofia da Ciência:** no qual são trabalhadas as escolhas de ordem epistemológica (origem do conhecimento, conceito de verdade epistemológica, possibilidade do conhecimento), ontológica (existência e natureza do objeto de estudo, sua complexidade e composição, etc.), são delimitados os instrumentos lógicos, discute-se os critérios de cientificidade, dentre outras questões “metacientíficas”. Por exemplo, a tentativa de responder questões sobre o que é o transporte, quais os componentes de um sistema de transporte, qual a natureza dos fenômenos de transporte, dentre outras questões do tipo são exemplos de atividade científica neste nível.
- **Nível das Teorias:** no qual são construídas as teorias, leis e modelos específicos para a representação, explicação e interpretação dos fenômenos. Por exemplo, aqui estão iniciativas como o desenvolvimento de modelos para a relação entre as decisões locacionais e as propriedades dos serviços de transporte, ou a compreensão dos fenômenos de transporte segundo a distribuição espacial de atividades humanas, dentre outras questões;
- **Nível da Metodologia:** no qual são definidos, tendo como base as definições metacientíficas e teóricas, os caminhos e procedimentos coerentes, eficientes e efetivos para desenvolver as investigações dos fenômenos. Aqui, trabalhos como o desenvolvimento de procedimentos para identificação de relações entre decisões locacionais e os serviços de transporte, ou procedimentos para o estabelecimento de nexos causais entre a distribuição de atividades humanas e os fenômenos de transporte, etc.;
- **Nível da Tecnologia:** no qual os instrumentos e ferramentas são desenvolvidos, obedecendo os pressupostos paradigmáticos que embasam a linha investigativa. Por

exemplo, o desenvolvimento de ferramentas de informação geográfica para estudo da determinação do transporte por elementos espaciais, tendo como ponto de partida a noção de que transporte seja um fenômeno espacialmente determinado, ou o desenvolvimento de um instrumento para contagem ou reconhecimento de veículos de forma automática (para agilizar estudos e procedimentos operacionais), é um tipo de atividade que diz respeito a esse nível de trabalho.

Tendo falado sobre essas nuances, cabe, na estruturação de um programa, especificar qual o foco do trabalho da pesquisa. Essa delimitação é necessária para distinguir o programa dos demais e também com relação à própria ciência da qual faz parte. Um elemento que facilita essa especificação é a colocação clara da natureza dos problemas os quais se propõe abordar nas pesquisas a serem desenvolvidas.

Definido o objeto, segue-se para o item seguinte.

### **8.1.2 Delimitação das Fontes de Conhecimento do Programa**

De forma semelhante ao que acontece com uma ciência ou campo de estudos, o Programa de Pesquisa deve ter explicitado seu *corpus* básico, ou seja, qual o conjunto de conhecimentos e teorias, nativos ou não da ciência na qual a linha se insere, sobre os quais ela constrói, ou irá construir, sua produção. Ou seja, equivale a dizer qual o ponto de partida para as pesquisas a serem desenvolvidas, ou mesmo a propedêutica (conjunto de conhecimentos básicos) a ser assimilada pelos novos pesquisadores. Tende a ser tanto maior quanto seja sua tradição e história. Essa é uma parte fundamental da heurística negativa do programa.

Para oferecer elementos mais detalhados, sugere-se que esse item, a exemplo do anterior, considere os trabalhos nos diferentes níveis: da Filosofia da Ciência, da Teoria, da Metodologia, da Tecnologia. Para cada nível, deve sistematizar uma posição própria, explicitando as referências adotadas como ponto de partida para a reflexão ou trabalho de cada nível da investigação. Como foi dito, esses aspectos vão compor a heurística negativa do programa, indicando aquilo que não está sujeito a refutação.

### **8.1.3 Propósito ou Finalidade da Linha de Pesquisa**

Como foi visto na primeira parte, especificamente na visão de Fourez (1995), o trabalho da ciência tem uma necessária vinculação com uma pragmática social. Assim, ao especificar uma linha de pesquisa deve-se explicitar duas dimensões finalísticas: uma interna à ciência, e outra externa a ela. Ou seja, do lado da ciência, deve-se especificar os problemas e os resultados que a linha espera produzir, apontando os benefícios para o projeto maior daquela ciência. Do outro, dentro da visão social pragmática, apontar quais os problemas relevantes para a sociedade, bem como quais os resultados esperados do produto da linha de pesquisa.

Assim, esta etapa se constitui na fundamentação da linha de pesquisa tendo por base os problemas científicos e sociais que lhe dão respaldo e relevância, bem como na delimitação dos resultados que se propõe a alcançar, dentro, claro, de suas limitações.

### **8.1.4 Instrumentos e Técnicas Aceitas**

Um programa de pesquisa deve explicitar quais os meios aceitáveis dentro de seus critérios de cientificidade. Caso contrário, poderia ocorrer, por exemplo, um trabalho dentro da tradição das ciências naturais no qual fosse aplicada, sem devido respaldo filosófico, teórico e metodológico, uma ferramenta das ciências humanas. O resultado é previsível: uma interpretação insustentável, assistemática, irracional, e com possibilidades quase nula de aceitação pela comunidade científica.

Assim, na medida em que um programa de pesquisa tem um sistema de referência, seus instrumentos aceitos devem ser especificados, tendo como pano de fundo sua base filosófica, teórica e metodológica. Ou seja, isso compõe uma parte importante da heurística negativa, constituindo a especificação da teoria interpretativa que orienta o olhar do cientista.

Por exemplo, se a heurística negativa concebesse transporte enquanto fenômeno natural (ex. Física), métodos de pesquisa como a observação participante da antropologia não se sustentariam, afinal, a observação participante parte da premissa que os fenômenos são intencionais e seus significados podem apenas ser inferidos por um observador que compartilha do referencial de interpretação, premissa inexistente no *corpus* da física.

### **8.1.5 Problemas em Aberto**

Não seria falso afirmar que um empreendimento científico (pesquisa) gera, além da solução de um problema, outros problemas. Em diversas ciências, existem diversos problemas em aberto, estes nos mais diferentes níveis de investigação (filosófico, teórico, metodológico e tecnológico). À medida que a tradição de pesquisa avança, diversos problemas são evidenciados e colocados em pauta para solução. Isso equivale à parte da heurística positiva conforme definida por Lakatos (2001).

Assim, um programa de pesquisa deve também especificar seus problemas em aberto, por mais inconvenientes que possam parecer. Pois, colocá-los em evidência é construir um plano mais amplo e apontar os rumos que se propõe seguir.

Nesse sentido, esta etapa pode ser encarada como parte do planejamento, indicando quais suas prioridades de pesquisa, bem como que desafios existem para serem enfrentados.

## **8.2 COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES**

Neste capítulo tentamos proporcionar um método que fosse útil à estruturação e sistematização de programas de pesquisa. A partir do momento que o presente trabalho se propôs a criticar e lançar novas (e por vezes não tão novas) bases para a pesquisa em Transportes, pareceu coerente que também aqui fosse incluído um método que auxiliasse na construção e documentação dos programas de pesquisa.

Acredita-se que o esquema aqui proposto irá auxiliar não apenas pesquisadores já experientes, mas principalmente os neófitos, que estão iniciando sua trajetória no campo de investigação. No produto gerado com esse método, os pesquisadores poderão encontrar, de forma sistematizada, as bases do programa de pesquisa, bem como sua história, os principais produtos e avanços obtidos, bem como o caminho que o programa se propõe a seguir. Poderá, portanto, de forma muito transparente, dirigir seus estudos e poder, quando for necessário, criticar aspectos específicos do programa.

## 9 CONCLUSÕES

### 9.1 COMENTÁRIOS GERAIS

O presente trabalho se propôs uma reflexão sobre as bases da pesquisa em transporte, com vistas ao desenvolvimento de novos programas de pesquisa. Apesar de sua diversidade, boa parte da atual pesquisa em transporte tem oferecido avanços muito tímidos, muito limitados. Deve-se ter em mente que o ambiente de pesquisa tem sido alterado pelas novas tecnologias, pelas potencialidades da internet, e também pelo despreparo para lidar com essa nova realidade. Atualmente, com a quantidade de trabalhos prontamente disponíveis a qualquer um, o desafio se volta à qualidade da produção científica.

Tendo isso em mente, propusemos ao leitor uma reflexão sobre a ciência empírica e sobre as bases da honestidade científica. Nesse movimento, foi possível ver o papel essencial do teórico na investigação empírica, a precedência do primeiro sobre o segundo e a necessária adequação de um ao outro. Afinal, uma teoria fecunda é aquela que traz novidades para a interpretação do mundo empírico.

Em seguida, buscou-se corrigir um equívoco muito corrente em campos tradicionalmente experimentais: o de que a metafísica não é relevante à ciência. Com os elementos apresentados buscou-se indicar que a qualquer investigação do mundo empírico precede um partido metafísico, mesmo que não explícito. Reconhecendo isso, defendemos que a honestidade científica exige que esses pressupostos sejam declarados e conhecidos, caso contrário, pode-se ocorrer discordâncias entre investigadores sem que eles saibam qual a origem dessa discordância e a natureza dela.

A partir daí, sistematizamos os principais elementos da Ontologia de Mario Bunge, por acreditar na fecundidade dessa teoria para a fundamentação teórica para a pesquisa em transporte, sobretudo para o adequado desenvolvimento de uma teoria dos Sistemas de Transporte. E nesse sentido, acreditamos ter demonstrado a utilidade disso, não apenas para a análise e crítica de teorias existentes como também para o desenvolvimento de novas teorias, mais abrangentes e permissivas a novidades.

E, para encerrar, propusemos um modelo para estruturação de programas de pesquisa, na esperança que isso fosse útil para os pesquisadores mais experientes na tarefa de

documentar o fluxo e estado de seu trabalho, como também para novos pesquisadores que venham a agregar-se nesses esforços de investigação.

Findo os comentários mais gerais, direcionemos a aspectos mais específicos do trabalho desenvolvido.

## **9.2 SOBRE A DEFINIÇÃO DE SISTEMAS**

Em conversas com colegas, percebemos uma grande dificuldade de compreensão da idéia de sistemas proposta por Bunge. Atribuímos isso a incompletude dos conceitos oferecidos pela Teoria Geral de Sistemas de Bertalanffy, aliado a uma série de textos sobre sistemas que não se preocuparam efetivamente em avançar no assunto.

Identificamos como a principal dificuldade a forte vinculação da noção de Composição do sistema à idéia de “dentro”, “incluído” e da noção de Ambiente do sistema às idéias de “fora”, “excluído”. É compreensível tal dicotomia visto que a prática da investigação em transporte, via de regra, tem sido limitada ao estudo do que “está dentro”. O movimento da crítica a essa limitação tem sido, ao invés de explorar melhor a teoria de sistemas, “inchar” a composição pela inclusão dos elementos que estão “fora” mas que precisam ser abordados. Em suma e de forma um tanto simplista, na compreensão comum dos pesquisadores, faz parte da composição aquilo que precisa ser estudado e do ambiente aquilo que existe mas é complexo ou inoportuno de ser abordado.

É preciso ficar claro que tal compreensão é equivocada e é necessário que a teoria sobre sistemas de transporte não fique a mercê de escolhas tão subjetivas e pontuais. E é nesse sentido que a Teoria de Bunge tem seu lugar. Nela, A-Composição, A-Ambiente e A-Estrutura formam o modelo mínimo de um sistema, o que quer dizer que nenhum conhecimento ou compreensão de um sistema é possível sem explicitar, no mínimo, esses três aspectos (mais apropriadamente, conjuntos). Não se trata de dizer o que está dentro ou fora, e sim, reconhecer as coisas, sua natureza e suas relações. Vale, ainda, lembrar que a teoria de Bunge oferece o recurso de limitar o nível de análise para que o pesquisador não se perca no processo.

Esperamos que, aos poucos, seja possível tornar os conceitos adotados nessa tese mais acessíveis, e compreendemos que será necessário um grande esforço para dialogar com crenças sedimentadas por tanto tempo.

### 9.3 SOBRE O MÉTODO DE ANÁLISE DE SISTEMAS

Sobre isso, cabe comentar dois pontos principais: como analisar sistemas de transporte e qual o critério para separar A-Composição de A-Ambiente.

Bunge, em seu Tratado, sugere que a análise de um sistema seja feita enumerando-se os componentes e os elementos do ambiente e, em seguida, enumerando e especificando as relações estabelecidas entre essas coisas.

Contudo, ao se tentar aplicar o método à análise de sistemas de transporte, vimos que tal método não era adequado. Isso porque ele só é adequado para sistemas que são coisas discerníveis, a exemplo de um relógio que podemos ver suas peças, ponteiros, identificar seus limites. Entretanto, isso não funciona para sistemas de limites indiscerníveis.

Assim, sugerimos uma adaptação para o caso dos sistemas de transporte.

1. Defina-se um conjunto de artefatos (A-Composição) fundamentais de um sistema de transporte: Veículos, vias, edificações e, juntamente, um conjunto de relações (funções essenciais – A-Estrutura) – nesse caso, a definição de tecnossistema de Bunge oferece esses elementos.
2. Tomando-se, ordenadamente, um artefato e uma relação, achar um elemento correspondente. Realizar a operação até esgotar todas as combinações artefato-relação existentes.
3. Classificar os elementos encontrados em A-Composição e A-Ambiente. Lembrando que na A-Composição podem ser colocados apenas pessoas e artefatos.

Aqui chegamos na segunda questão: como classificar em A-Composição e A-Ambiente? A resposta final para isso, admitimos, exige maior investigação. Por ora, oferecemos uma que nos pareceu razoável e útil no exercício.

1. Responda à questão: que elementos só existem se se admitir a existência de um sistema de transporte enquanto, ele mesmo, um artefato?
2. Que elementos podem fazer parte de outra coisa que não um sistema de transporte?

Os itens da resposta à primeira pergunta devem ser classificados como elementos do A-Composição. Aqueles correspondentes à resposta à segunda pergunta podem ser listados no A-Ambiente.

Por exemplo, um motorista (não estamos falando da pessoa que assume a função, mas da pessoa na função de motorista) só existe porque existe um veículo. Ambos só fazem sentido se considerarmos um sistema de transporte. Assim, pertencem ao A-Composição. Um estudante tem sua existência além de um sistema de transporte (por exemplo, no ensino a distância), portanto, pertence ao A-Ambiente.

Esse método, apesar de não formalizado, é bastante intuitivo e se apresentou razoável em nosso exercício. O critério definitivo (caso seja possível), contudo, exigirá pesquisas e desenvolvimentos teóricos mais aprofundados. A incorporação da recente idéia de mecanismo, incluído ao modelo mínimo de sistema, por Bunge (2006, p.126) é promissora nesse intento. Outro aspecto importante seria a definição de cada função/relação pertencente ao A-Estrutura.

#### **9.4 PROPRIEDADES E RELAÇÕES E A PESQUISA EM TRANSPORTE**

Como consequência do método anteriormente proposto e das questões ainda em aberto, as propriedades e relações assumem um papel central da produção de novos e mais aprimorados modelos de sistema de transporte.

Como vimos, de nada adianta enumerar uma série de elementos, quer do A-Composição ou A-Ambiente, sem explorar que relações são válidas para eles, ou seja, A-Estrutura. Sem isso, nenhuma serventia prática pode ser esperada do esforço de investigação. Afinal, se é o papel do engenheiro de transportes produzir sistemas de transporte, como será possível fazê-lo sem compreender seu mecanismos e sua estrutura? Seria o mesmo que montar um relógio sem saber pra que ele serve e para que serve cada peça e como elas se encaixam.

A futura pesquisa em transporte deve, além de produzir novos recursos tecnológicos, explorar a teoria de sistemas de transportes, oferecendo maior conhecimento sobre as propriedades e relações/funções relevantes.

## **9.5 PESQUISAS FUTURAS**

O presente trabalho traz uma série de novos temas e aspectos que devem vir a ser explorados como continuidade, como um programa de pesquisa. Alguns deles são:

- Desenvolvimento de modelos intencionais, teoricamente justificados e aderentes à natureza intencional dos fenômenos de transporte;
- Aprimoramento do modelo mínimo do sistema de transporte;
- Desenvolvimento e formalização do critério de classificação em A-Composição e A-Ambiente sob a teoria de Bunge;
- Formalização da idéia de Mecanismo sob a teoria de Bunge;
- Pesquisa de instrumentos adequados à representação de modelos de sistema de transporte;
- Desenvolvimento de uma propedêutica atualizada e transdisciplinar (ver Quadro 2) para a pesquisa e ensino em Transportes.

## **9.6 COMENTÁRIOS FINAIS**

O presente trabalho lançou a si desafios e objetivos ambicioso, muitos deles derivados de angústias particulares oriundas da vivência em ambientes de pesquisa em Transporte. Acreditamos que, senão em sua totalidade, os objetivos inicialmente propostos tenham sido satisfatoriamente alcançados, e que o material aqui produzido e/ou compilado venha a ser útil a outros pesquisadores. Como pode ser visto na seção anterior, existe um longo caminho a ser seguido, e esse trabalho foi apenas o primeiro passo. Afinal, como bem lembrou Popper (2006, p.56): “o jogo da Ciência é, em princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem prova e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDLER, Daniel; FAGOT-LARGEAULT, Anne; SAINT-SERNIN, Bertrand. *Filosofia da Ciência*. Volume II. Rio de Janeiro: Ed. Atlântica, 2005.
- BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoria Geral dos Sistemas*. Tradução Francisco M. Guimarães. 3.ed., Petrópolis:Vozes, 2008.
- BRANQUINHO, João; MURCHO, Desidério; GOMES, Nelson G. *Enciclopédia de Termos Lógico-Filosóficos*. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- BUNGE, Mario A. *Chasing Reality: Strife over Realism*. Toronto: University of Toronto Press, 2006.
- BUNGE, Mario A. *Treatise on Basic Philosophy - Ontology I: The Furniture of the World*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1977.
- BUNGE, Mario A. *Treatise on Basic Philosophy - Ontology II: A World of Systems*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1979.
- CEFTRU – Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes & FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2007). *Caracterização do Transporte Escolar nos Municípios Visitados*. Vol. I-IV. Brasília: Ceftru, 2007.
- CEFTRU – Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes & FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. *Pesquisa do Ônibus Escolar*. Brasília:Ceftru, 2009.
- CERVO A. L. e BERVIAN, P. A., *Metodologia Científica*, São Paulo: Ed. MacGrow-Hill do Brasil, 1973.
- CHALMERS, A. F. *What is this thing called science?* Queensland: Queensland University, 1994.
- FOUREZ, Gérard. *A Construção das Ciências: Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências*. Tradução Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- GIGCH, John. *Comparing the Epistemology of Scientific Disciplines in Two Distinct Domains: Modern Physics versus Social Sciences*. II. *Epistemology and Knowledge Characteristics of the 'New Social Sciences'*. In *System Research and Behavioural Science Journal*. Wiley Intersciences, 2002
- GIGCH, John. *The Paradigm of the Science of Management and of the Management Science Disciplines*. In *System Research and Behavioural Science Journal*. Wiley Intersciences, 2003
- GOMES, Nelson s.d. *Lógica matemática, apostila*, Brasília: Universidade de Brasília.
- HAY, William W. *An Introduction to Transportation Engineering*. 2.ed. New York: John Wiley&Sons, 1977.
- HENSHER, David & BUTTON, Kenneth. *Handbook of Transport Modelling*.1a. Ed. Oxford: Elsevier, 2005.
- HESSEN, Johannes. *Teoria do Conhecimento*. Tradução Antonio Correia. 7a Ed. Coimbra: Arménio Amado, 1978.

- HOUAISS, A; VILLAR, M. de S.; FRANCO, F. M. de. Dicionário Houaiss da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva; 2001.
- HUGHES, G. E. & CRESSWELL, M. J. A New Introduction to Modal Logic. London & New York: Routledge, 1996.
- KANT, Immanuel. Crítica da Razão Pura. Tradução Alex Marins. São Paulo: Editora Martin Claret, 2004.
- KUHN, Thomas S. A Estrutura das Revoluções Científicas. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9a. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- MAGALHÃES, Marcos Thadeu Queiroz & YAMASHITA, Yaeko. Definição de Mobilidade: Uma Abordagem Crítica na Delimitação do Conceito. In: Pluris 2006 - 2o. Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Pluris:Braga, 2006.
- MELLO, José Carlos. Planejamento dos Transportes. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- MATTHEWS, Michael. Teaching the Philosophical and Worldview Components of Science In: Science & Education. Volume 18, Issue 6-7, p.697-728, SpringerLink, 2009. doi: 10.1007/s11191-007-9132-4.
- MORAIS, Regis de. Filosofia da Ciência e da Tecnologia. 7a Ed. Campinas: Papirus, 2002.
- MORLOCK, Edward K. Introduction to Transportation Engineering and Planning. Tóquio: McGraw-Hill, 1978.
- MORTARI, Cezar A. Introdução à Lógica. São Paulo: UNESP, 2001.
- MUMFORD, Lewis. A Cidade na História: suas origens, transformações e perspectivas. Tradução Neil R. da Silva. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- PAPACOSTAS, C. S & PREVEDOUROS, P. D. Transportation Engineering and Planning. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993.
- POPPER, Karl. A Lógica da Pesquisa Científica. Tradução Leonidas Hegenberg e Octanny S. da Mota. 12 Ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2006.
- STOPHER, Peter R. & GREAVES, Stephen P. Household Travel Surveys: Where are we going? In: Transportation Research Part A: Policy and Practice. Volume 41, Issue 5, p.361-381, Science Direct, 2007. doi:10.1016/j.tra.2006.09.005
- SUSSMAN, Joseph. Introduction to Transportation Systems. Norwood: Artech House, 2000.