Jorge Eugenio Renner

A visão lakatosiana da ciência,
aplicada à tecnologia e à engenharia:
o caso do telex nacional

Dissertação apresentada ao
programa de Pós-Graduação em
Filosofia do Departamento de
Filosofia da Faculdade de
Filosofia, Letras e Ciências
Humanas da Universidade de
São Paulo, para obtenção do
título de Mestre em Filosofia sob
a orientação do Prof. Dr.
Osvaldo Frota Pessoa Junior.

São Paulo
2011

Agradecimentos

Nada se faz sozinho. Os agradecimentos são, assim, um gesto importante de humildade, na incapacidade da retribuição. Por isso, agradeço a Deus e aos que me auxiliaram:

- A Cecília Renner, doutora em Sociologia, por seus conhecimentos e contribuições valiosos em metodologia científica, além do estímulo, desde o início, a meus estudos em Filosofia.
- A meu orientador, Prof. Dr. Osvaldo Pessoa, pela originalidade de suas idéias e a paciência em esclarecê-las, além dos ensinamentos preciosos em disciplinas de Filosofia da Ciência, que foram da maior relevância em minha formação filosófica e científica.
- Aos Prof. Dr. Pablo Mariconda, por seu indispensável apoio ao início de meus estudos na FFLCH e Prof. Dr. Francisco Queiroz, por terem contribuído com importantes observações, sugestões e questionamentos ao aperfeiçoamento do esboço preliminar desta dissertação, no Exame de Qualificação.
- Ao Prof. Dr. Alberto Cupani por, superando a distância, sua aquiescência em analisar o presente texto e participar da Banca Examinadora de Mestrado, assim como aos Prof. Dr. Francisco Queiroz, Prof. Dr. Walter Bezerra e Prof. Dr. Caetano Plastino.
- Aos Prof. Dr. Caetano Plastino, Prof. Dr. Hugh Lacey, Prof. Dr. Michel Paty e Prof. Dr. Maurício Ramos, meus excelentes mestres nas disciplinas cujo conteúdo foi útil para o presente trabalho.
- À bibliotecária Marta dos Santos, da Biblioteca Florestan Fernandes, da FFLCH, por seu apoio e sucesso, por meio do convênio com a biblioteca do ITA, na obtenção dos livros de subsídios necessários.
- A meus mestres em idiomas, Prof. Dra. Regina de Castro, do Centro de Idiomas da FFLCH, de inglês acadêmico, Prof. Érica de Castro, de alemão para leitura de Filosofia e Prof. Ákos Jáki, em aulas particulares de húngaro, o idioma natural de Lakatos.
- A meus colegas e amigos, por suas sugestões oportunas e apoio indispensável.
- A meus familiares pelo insubstituível carinho, afeição e incentivo.

RESUMO

Renner, J. E. A visão lakatosiana da ciência, aplicada à tecnologia e à engenharia: o caso do telex nacional. 2011. 121 p.
Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Imre Lakatos tornou-se conhecido por sua metodologia para a condução das atividades científicas. Trata-se aqui de analisar como também o progresso tecnológico pode ser focado pela metodologia lakatosiana e se tal extensão de conceitos pode ser aplicada aos estudos do progresso da engenharia na produção de bens e serviços. Observa-se que Lakatos fundamentou seus critérios de progresso da ciência em características comuns a todas as atividades humanas, tendo-as aplicado em particular à matemática e às ciências. Torna-se, assim, consistente a versão de seus conceitos aos campos de atividade da tecnologia, assim como da engenharia, da produção. A título de ilustração, esta visão lakatosiana interpretada sob óptica empresarial é observada em um caso particular, na área das telecomunicações, com apreciação histórica da telegrafia, da qual emergiu a Rede Nacional de Telex, entre 1960 e 1995.

Palavras-chave: Lakatos, metodologia, ciência, tecnologia, telex.

ABSTRACT

Renner, J. E. The Lakatosian view of science applied to technology: the national telex case. 2011. 121 p. Thesis (Master Degree) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Imre Lakatos is known for his methodology for conducting scientific activities. This dissertation analyzes whether technological progress may be studied in a similar manner to this methodology and whether the Lakatosian concepts may be extended to the development of engineering. It is shown that Lakatos based his criteria of scientific progress on characteristics common to all human activities and applied them specifically to mathematics and science. This indicates that the translation of his concepts to technology and engineering might be fruitful. As a case study, we investigate the development of the Brazilian National Telex Network, in the field of telecommunications and telegraphy, which flourished between 1960 and 1995.

Key Words: Lakatos, methodology, science, technology, telex.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. IMRE LAKATOS.....	13
3. AS TELECOMUNICAÇÕES.....	28
4. A TELEGRAFIA	41
5. O TELEX NACIONAL.....	60
6. LAKATOS NA CIÊNCIA E A TECNOLOGIA.....	72
7. CONCLUSÃO.....	111
8. OBRAS CITADAS.....	112

INDICE

Agradecimentos.....	2
Abreviações	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. IMRE LAKATOS.....	13
Além de Popper.....	16
O progresso pela competição.....	18
Além de Hegel.....	21
A pesquisa em progresso.....	22
Uma ciência operante.....	23
A terminologia.....	24
As atividades produtivas.....	25
3. AS TELECOMUNICAÇÕES.....	28
(a) A engenharia.....	28
(b) A engenharia de telecomunicações.....	30
Alguns conceitos técnicos.....	31
(c) Telegrafia, a pioneira.....	32
(d) A telefonia.....	35
(e) Redes telefônicas.....	36
(f) As comunicações sem fio – a radiopropagação.....	37
(g) A superação das distâncias.....	37
4. A TELEGRAFIA	41
(a) As bases.....	41
(b) O início da telegrafia.....	42
(c) A telegrafia no Brasil.....	44
(d) Surge a telefonia.....	47
No mundo.....	47
No Brasil.....	50
(e) O desenvolvimento da tecnologia.....	51
Teleimpressores.....	51

As centrais de comutação	52
Telex – a automação completa.....	53
(f) A vontade política.....	55
5. O TELEX NACIONAL.....	60
(a) A situação no Brasil.....	60
(b) Preparando os alicerces.....	61
(c) Uma rede nacional – o governo militar.....	62
(d) A nova Rede Nacional de Telex – RNTx.....	63
(e) Ascensão e queda.....	65
(f) A transmissão de dados	66
(g) A indústria nascente.....	68
(h) A Internet, o golpe final.....	69
6. LAKATOS NA CIÊNCIA E A TECNOLOGIA.....	72
(a) Os objetivos.....	73
Etapas iniciais.....	74
Os objetivos	75
(b) O âmbito.....	76
(c) A continuidade.....	77
(d) Os agentes e sua estruturação	79
(e) A integridade do programa.....	81
(f) A estratégia.....	84
A heurística.....	85
A heurística negativa, o cinto de proteção.....	86
A heurística positiva.....	89
(g) A avaliação do progresso.....	91
A força heurística.....	91
O conteúdo empírico.....	92
O aumento de casos de corroboração.....	93
Progresso teórico e empírico.....	95
(h) A competição.....	99
Os insucessos.....	102
A estabilidade dos paradigmas.....	103
(i) A economia.....	106
O preço e o lucro.....	107
(j) A ética	108

7. CONCLUSÃO.....	111
8. OBRAS CITADAS.....	112

Abreviações

MPPC	Título do artigo de Lakatos – <i>O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica.</i>
VHF	Very High Frequency – frequência entre 30 e 300 MHz
UHF	Ultra High Frequency – frequência entre 300 e 3.000 MHz
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., N. York
RNTx	Rede Nacional de Telex, da Embratel
Telex	Rede Nacional de Telex (com inicial maiúscula)
DCT	Departamento de Correios e Telégrafos
ECT	Empresa de Correios e Telégrafos
CONTEL	Conselho Nacional de Telecomunicações
t.n.i.	tradução nossa, do inglês

O objetivo [...] foi o de mostrar quão proximamente as ciências naturais são ligadas à sociedade, quão fortemente seu desenvolvimento é determinado pelos fundamentos econômicos. Vimos que, na medida em que na sociedade capitalista o desenvolvimento das forças produtivas envolve o germe de sua limitação, o avanço teórico geral lançado pelas ciências naturais é distorcido ao cânone estreito da ideologia de classe e a organização científica não consegue superar a fase de desenvolvimento das formas organizadoras da produção. Mas, a dialética do desenvolvimento do conceito não se manterá intacta (atrasada ou acelerada, talvez alterada em seus motivos pela velocidade do progresso social)? [...].

A esfera sociológica não penetra na própria construção do conceito científico?

[...] De qualquer modo é certo que o exame dos aspectos, determinados subjetiva e sociologicamente, da construção do conceito científico só pode manter-nos na crença de que os aspectos objetivos desempenham um papel ainda maior no desenvolvimento da ciência; a natureza, independente da mente humana, é refletida de modo mais e mais completo, em um domínio cada vez maior da prática humana, em nosso "mundo físico".

Imre Lakatos, 1947.

Fig. 1: Lakatos em 1961.

1. INTRODUÇÃO¹

As contribuições que Imre Lakatos (1922-1974) trouxe à filosofia da ciência podem ser vistas sob três aspectos, entre outros:

- (a) um estudo metodológico de como são conduzidos os programas de pesquisas científicas;
- (b) a introdução de uma terminologia nova (programas de pesquisa, núcleo duro e outros), para conceitos adequados à sua visão do desenvolvimento das teorias pela comunidade científica;
- (c) observações sobre a influência, costumeiramente ignorada ou dissimulada, de fatores sociais e econômicos nas pesquisas e na elaboração de teorias, à parte da, pela comunidade científica tão propalada, "busca de valores cognitivos".

Lakatos costuma ser lembrado principalmente por sua metodologia para a condução das atividades científicas (a), considerada normativa da ciência. Ainda mais frequente na literatura científica é o uso de conceitos e da terminologia que adotou (b), sendo seu emprego comum em trabalhos sobre a metodologia científica, ainda que sem a aplicação do método propriamente dito, apesar de este constituir o cerne de seu trabalho e sucesso. Já o componente social e histórico das atividades científicas (c) não costuma ser destacado nos estudos que empregam a metodologia lakatosiana, apesar de este lhe ter sido tão caro, como ilustrado na citação acima, em epígrafe, e como constante de quase todas suas publicações quando ainda na Hungria, antes de fugir para a Inglaterra, em 1956 (Kutrovátz, 2008, p. 117). Isto pode ser observado até no título de sua dissertação de doutorado pela Universidade de Debrecen, em 1947 (Kutrovátz, 2002, p. 354): *A sociologia da construção de conceitos em ciências naturais*². Esta tendência justifica que Lakatos possa ser considerado um dos pensadores da interpretação globalista da ciência, da escola histórica, para a qual Thomas Kuhn havia levantado a atenção do mundo científico.

Neste trabalho, propusemo-nos o tema, instigante, de analisar se e como o progresso tecnológico pode ser visto sob o foco da filosofia da ciência, em particular da metodologia

¹O texto apresentado na epígrafe foi extraído da conclusão de um artigo de Lakatos *Modern Fizika, modern társadalom* (Modern physics, modern society). Segundo Sándor Karácsony, supervisor de seu primeiro doutorado, em 1947 na Hungria, o mesmo constitui a primeira parte de sua dissertação, infelizmente extraviada (cf. Kampis et al., 2002, p. xii). A tradução para o inglês por Gábor Kutrovátz encontra-se em Kampis et al., 2002, p. 368, e também em <http://hps.elte.hu/~kutrovatz/LAKATOS0.html> (2009).

² A természettudományos fogalomalkotás szociológiájáról (tradução nossa, do húngaro)

lakatosiana. Nosso objetivo é o de estudar a possibilidade de estender a metodologia ao progresso da tecnologia, ao da engenharia e mesmo aos processos produtivos de bens e de serviços, adaptando-a e modificando-a, de modo consistente, sempre que viável. Espera-se que o estudo possa contribuir, em estudos futuros, para a atualmente florescente filosofia da tecnologia, permitindo sugestões para a já tradicional metodologia adotada na tecnologia e na engenharia e até mesmo, por reflexo, da própria filosofia da ciência envolvida.

Para isso, parece conveniente uma releitura do enfoque que o autor atribuiu a sua metodologia e, de um modo mais amplo, de sua visão da ciência, tudo isto considerado, principalmente, sob uma óptica diferente, a da prática tecnológica, do amplo exercício profissional da engenharia e da estruturação dos processos produtivos.

2. IMRE LAKATOS

Para estudarmos o autor, será interessante iniciarmos por alguns pontos de sua visão da ciência, alguns convergentes, outros divergentes dos de Karl Raimund Popper (1902-1994), com quem não só conviveu na London School of Economics – LSE, da University of London, como ativamente colaborou nos trabalhos acadêmicos. Sua admissão na LSE, deu-se após um segundo *doutoramento*³, pela Universidade de Cambridge, por recomendação de Victor Kraft, um dos últimos representantes do Círculo de Viena, iniciado em 1956, ao chegar à Inglaterra e concluído em 1961 (cf. Kampis et al., 2002, pp. ix-x). Nos contatos com o Círculo, enquanto Lakatos se restringiu a Kraft, Popper, manteve contatos estreitos com seus membros, apesar de polêmicos (Abril, 1973, p.880), e aqui ele serve de referência, já que grande parte de seus conceitos, críticas e visões foram esposadas por Lakatos. Este, no entanto, foi aos poucos adotando convicções próprias, que passaram a caracterizar sua metodologia. A importância de Popper foi a de ter constituído o terreno fértil em que Lakatos plantaria e colheria os frutos de suas idéias. A originalidade deste reside justamente na elaboração de uma metodologia nova, baseada em concepção própria a respeito do mundo científico, ainda que mantendo os fundamentos popperianos.

Por que Lakatos se tornou famoso? Qual teria sido a razão de seu sucesso? Sua primeira plataforma foi provavelmente essa sua vinculação a Popper, o filósofo que teve a disposição e a competência para enfrentar toda uma geração de positivistas, com os quais havia cogitado a vitória do empirismo lógico, para depois para apontar seus erros. Estes seus valores Lakatos não só reconhece, como bem os enfatiza. Para tornar-se conhecido pode ter contribuído também a polêmica que ambos travaram com Thomas Kuhn (1922-1996). Este, ao lançar a teoria das "revoluções científicas" (Kuhn, 1998), que eclodem pela derrubada de paradigmas cultuados pelos cientistas, deflagrou como que uma revolução contra o que ele mesmo chamou de 'paradigma' da 'ciência normal', ao fazer um estudo da história da ciência. Lakatos o acusa, grifando o texto (1979, p. 221): "[...] *de acordo com a concepção de Kuhn, a revolução científica é irracional, uma questão de psicologia das multidões*". As divergências de Lakatos com relação a Kuhn não foram radicais, havia acordo em vários pontos sobre as

³ Na fig 1, Imre Lakatos, em 1961, por ocasião de seu doutorado pela Universidade de Cambridge, por sua, atualmente famosa tese de PhD, a *Lógica da Descoberta Matemática* (cf. Lakatos, 2002). Foto também disponível no Wikipédia em húngaro, onde é declarada como sendo de domínio público.

críticas à ciência, mas o assunto tomou conta das mentes dos cientistas, historiadores da ciência e filósofos da ciência dos meados do século XX.

A popularidade atual de Lakatos pode ser avaliada pela publicação de muitos estudos de casos da história da ciência seguindo sua metodologia, até haver ocorrido certo declínio na década de 1990 (Kampis et al., 2002, p. x). Apesar de não ter estendido sua análise à tecnologia e muito menos às atividades produtivas, tornou-se comum o emprego de termos e conceitos por ele criados e difundidos nos mais diversos campos de estudo. As últimas décadas viram a publicação de trabalhos vários com citação de sua obra⁴ e outras que analisam em profundidade seu pensamento, sua vida e seus modos de agir, até mesmo questionando aspectos de sua moralidade, antes e depois do exílio na Inglaterra. Um volume que expõe os artigos mais destacados é a coletânea acima mencionada, editada pela Kluwer Academic Publishers (Kampis et al., 2002), onde são analisados aspectos de sua racionalidade científica, contribuições à filosofia da matemática contemporânea, sua vida e contribuições à teoria política, bem como uma listagem, pouco conhecida, de todas suas obras, incluídas aquelas publicadas antes de emigrar.

Seu objetivo principal era a análise e a crítica da ciência. Pouco antes de falecer, em palestra sua irradiada em 1973 (Lakatos, 2002 [1974]), ele inicia com ênfase: *"O respeito do homem pelo conhecimento é uma de suas características mais peculiares [...] e a ciência tornou-se a espécie mais respeitável de conhecimento"*. Isto dizendo, assinala em seus estudos que, para a ciência tornar-se "conhecimento respeitável", deverá seguir determinadas condições – e despendeu uma década debatendo as dificuldades de se chegar ao conhecimento válido, aquele fundamentado na experimentação. Contudo, enquanto para uns a ciência visa *chegar ao conhecimento*, à obtenção de modelos, teorias que representem aspectos da natureza e expliquem os fenômenos observados e assim permitam a previsão de fenômenos naturais e experimentais futuros, para Lakatos tudo isso acabou se revelando apenas o *caminho*: um conhecimento, expresso por alguma teoria, serve de base para seu aperfeiçoamento pela teoria seguinte ou mesmo de plataforma para uma teoria nova, um

⁴ A quantidade de citações d' *O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica* (MPPC) pode ser avaliada pelo que é exibido no Google Acadêmico para as 3 mais importantes edições deste artigo em língua inglesa, Falsification..., The methodology..., e Criticism..., respectivamente com 3.827 + 2.032 + 2.006 = 7.865 citações. Para efeitos de comparação (atualizada em 3.11.10), podemos observar as obras mais lidas de K. R. Popper (*The Logic of...*), com 12.117 citações, de W. V. O. Quine (*Word and Object*) com 5.186 e de L. Laudan (*Progress...*), com 1.250 citações.

modelo rival, que a suplanta, à espera também de ser, por sua vez, superada – e assim, sucessivamente, num processo gradual de aperfeiçoamentos do conhecimento humano.

Lakatos usou as idéias de Popper para lançar as suas e lhe tributa admiração por isso. No entanto, o que o destacou foi o enfoque diferente sobre a crítica da ciência e a visão de seu desenvolvimento histórico. Concentraremos nossa atenção em seu artigo mais conhecido, *O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica* (MPPC) (Lakatos, 1979), conciso, resultante da apresentação que fez em congresso aos expoentes da filosofia da ciência da época⁵. Nele, Lakatos expõe toda a metodologia que propõe às atividades do mundo científico. Em texto denso, consegue atingir seus diversos objetivos de modo didático:

- Apresenta, pelo desenrolar histórico, a evolução das diversas teorias sobre os modelos teóricos adotados na ciência, ou seja, metateorias, que visam avaliar a aceitação ou rejeição desses modelos, considerando principalmente os da física.
- Mostra as inconsistências, uma por uma, dos argumentos em que se fundamentam essas metateorias e expõe cada um dos novos critérios que vinham surgindo, por outros autores, em apoio ou em confronto para a seleção de teorias científicas. Descreve episódios da História da Ciência e, face às críticas apresentadas pela comunidade científica na época, o desenvolvimento progressivo das metateorias relativas ao progresso científico.
- A própria descrição da evolução histórica e das sequências de superação, uma a uma, das sucessivas metateorias em confronto, constitui um estudo de caso que exemplifica sua metodologia, como observa Valter Bezerra (2004, p. 209, nota 2) e, pelas análises desses conflitos, expõe suas próprias sugestões metodológicas.
- Cria conceitos e termos novos, além dos adotados por Popper, e os esclarece.

Para esclarecer essa terminologia e os motivos que o levaram a se aprofundar, desenvolver críticas e a propor novas abordagens para o desenvolvimento da ciência, nada melhor do que retroceder na história da filosofia da ciência, pelo menos até as questões que Popper abordou.

⁵ O método foi apresentado no Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, em Londres, em 1965 e publicado pela primeira vez em Lakatos [1970], tendo sido republicado em Lakatos, 1984 [1978]. Adotamos aqui a tradução Lakatos, 1979 [1965] de Octavio M. Cajado, com a revisão técnica de Pablo Mariconda.

Além de Popper

Das concepções popperianas, uma importante foi a de reconhecer que a verdade científica e as teorias normalmente aceitas têm sua aceitação baseada em *convenções* adotadas pela comunidade científica. Como estas convenções devem ser racionais, foi a esta racionalidade que Popper se dedicou, delineando-a como um *método*, cujo conceito Lakatos muito ampliou e veio a balizar com regras metodológicas claras.

De fato, para Popper, ao "*identificar a epistemologia ou a lógica da descoberta científica com a teoria do método científico*" (1975, p. 281), prescreve:

A teoria do método, na medida em que transcende a análise puramente lógica das relações entre os enunciados científicos, preocupa-se com a *escolha dos métodos* - com as decisões acerca da maneira como se deve lidar com os enunciados científicos. [...]

Justifica (p. 281) que "*as decisões metodológicas são indispensáveis*", já que "[...] *se deve caracterizar a ciência empírica por seus métodos [...]*" (p. 282) e explica (p. 284):

Consideram-se aqui as regras metodológicas como *convenções*. Poder-se-ia descrevê-las como regras do jogo da ciência empírica. Diferem das regras da lógica pura, da mesma maneira como o fazem as regras de xadrez [...]. [...] o resultado de uma investigação das regras do jogo da ciência, isto é, da descoberta científica, pode-se intitular "Lógica da Investigação Científica".

Assim como para Popper a teoria da investigação científica é uma convenção metodológica, também o é para Lakatos. Ele, no entanto, apesar de se afirmar devoto de Popper, ao descrever seu método (Lakatos, 1979 p. 141), chama-o de "*falseacionismo metodológico ingênuo*" (naive) e, para "*tentar, ao menos reduzir o elemento convencional*" propõe o seu 'falseacionismo metodológico', mais elaborado, que ele denomina *sofisticado* (*sophisticated*). E, apesar de atribuir a Popper "*esse modo [que] salvaria a metodologia e a idéia de progresso científico*", o resto do trabalho deixa evidente que a autoria do novo método é mesmo dele, Lakatos. Distingue claramente os métodos de 'falseacionismo ingênuo', popperiano, do seu, 'sofisticado' (p.141):

Para o falseacionista ingênuo qualquer teoria que se possa interpretar como experimentalmente falseável é "aceitável" ou "científica". Para o sofisticado uma teoria só será "aceitável" ou "científica" se tiver um excesso corroborado de conteúdo empírico em relação à sua predecessora (ou rival), isto é, se levar à descoberta de fatos novos.

Assim, Lakatos acrescenta aos objetivos da ciência a obtenção de *resultados em sequência*, na qual a investigação adquire maior consistência à medida do evoluir histórico – mesmo ciente, como Popper, de que essa consistência é resultado de uma convenção. Aquele alvo inicial dos racionalistas clássicos, o da verdade absoluta, e o dos positivistas lógicos, o da perfeita consistência dos enunciados teóricos na observação dos dados empíricos, almejando conhecer o que é real, ele o substitui pela *atividade* científica; a metodologia que propõe, longe diminuir o rigor racional, aumenta a racionalidade de toda uma cadeia de atividades científicas. Sua visão da racionalidade científica ela a complementa por outra, lastreada no *convencionalismo* científico. Expõe os critérios para isso, sem entrar nas questões da lógica da investigação científica que Popper já havia analisado. Assim, consegue reduzir possíveis conflitos com ele. Muito lhe devia, como ele mesmo o diz, apesar de algumas divergências entre ambos terem sido relatadas por comentadores (Gillies, 2002, p. 13-22).

Trata-se não somente de analisar qual das abordagens científicas é a mais próxima da *verdade*, ou mais provável, ou até mais elegante por sua simplicidade, mas sim o de observar o *desenvolvimento histórico* do pensar e do experimentar científico e, para isso, oferecer metodologia racional de como realizar as opções convenientes entre as teorias concorrentes. Desta forma, complementa um objetivo um objetivo da ciência, o cognitivo, com outro, este focado na ação, operativo – pois o importante é a *atividade* científica. Com esta visão, Lakatos aperfeiçoou os critérios metodológicos e detalhou como deve ser avaliada a obtenção de resultados, tanto teóricos quanto empíricos: a escolha de opções adequadas deverá ser orientada pela *expectativa* de as novas teorias conduzirem a resultados novos e melhores (Lakatos, 1979, p.164).

Nem por isso a racionalidade e o rigor podem ser menosprezados. Ao contrário, à página 176 lê-se a advertência:

Se a ciência visa a verdade, deve visar a consistência; se ela renuncia à consistência, renuncia à

verdade. Afirmar que “devemos ser modestos em nossas exigências”⁶, – que devemos resignar-nos às nossas inconsistências – fracas ou fortes – continua a ser um vício metodológico.

A preocupação de Lakatos com a racionalidade é tamanha, a ponto de não ter dado destaque aos aspectos humanos envolvidos e tampouco os materiais, como visto em 6.(j); ao contrário, criticou as posições de Kuhn e outros, chamando-as de “psicologismo”: “*A redução da filosofia da ciência à psicologia da ciência não começou com Kuhn. Uma onda anterior de “psicologismo” seguiu-se ao desmoronamento do justificacionismo.*” (Lakatos, 1979, p. 221) .

O progresso pela competição

Esta determinação de considerar o desenvolvimento em seu aspecto histórico embasa sua visão do progresso da ciência como estando em constante aprimoramento, contraposta àquela de verdades, proposições, teorias a serem estabelecidas se possível em forma definitiva, de modo correspondente à natureza, cujas leis não mudam, vistas como *estáticas*. Pode-se até conjecturar sobre sua abordagem ser dialética, hegeliana mesmo, à imagem do drama descrito na *Fenomenologia do Espírito* entre o Eu e o Saber, a Consciência e o Objeto (Hegel, 1973), apesar de nas pesquisas a seu respeito não haver registros de ter estudado Hegel diretamente, senão mediante estudos dos escritos de Marx e de Lukács. Ropolyi (2002, p.303-337) assinala:

Parece claro que o jovem Lakatos conheceu e estudou a interpretação marxista do pensamento hegeliano. [...] Lukács, o autor do livro muito hegeliano *História e Consciência de Classe*, teve, indubitavelmente, papel crucial. Na literatura recente, Val Dusek e John Kadvany⁷ estudaram a influência de Lukács sobre Lakatos [...]

Outro autor que se dedicou a analisar e criticar sua obra foi Feyerabend. Há quem o cite como tendo sido seu amigo (Motterlini, 2002, p. 23), pela correspondência trocada (de 1968 até seu falecimento em 1974) e a intenção de publicá-la, como o fez Motterlini (1999, p.

⁶ Lakatos citando de Bohr “The Structure of the Atom”, 1922, último parágrafo.

⁷ John Kadvany era o pseudônimo em Radványi, J. (1989), obra em que examina *Proofs and Refutations* de Lakatos (1963-64)

119). Apesar de tê-lo descrito, após seu falecimento em Londres, como "[...] o melhor filósofo da ciência de seu estranho e desconfortável século", anos antes foi taxativo ao dizê-lo ter sido "filho ilegítimo – um filósofo pop-hegeliano, nascido de pai popperiano e mãe hegeliana" (Motterlini, 2002, p. 23).

Autores reunidos em edição dedicada a Lakatos (Kampis et al., 2002), resultado do trabalho de colaboração do Instituto Círculo de Viena e do Instituto para História e Filosofia da Ciência da Universidade de Eötvös em Budapeste, descrevem as pesquisas a seu respeito, passado um quarto de século de seu falecimento. Em sua primeira atividade, na Hungria até se transferir para Londres em 1956, dedicou-se intensamente a estudos e à práxis fundamentados na dialética hegeliana-marxista, quando conheceu György Lukács, também húngaro, tendo frequentado seus seminários entre 1945 e 1947 (Ropolyi, 2002, p. 314-315).

Muito ativo na política, com a vida repleta de episódios marcantes, atingiu cargos elevados no Ministério da Educação e na faculdade Eötvös em Budapeste. Seu desempenho no Partido Comunista lhe facilitou a permissão para estudar física em Moscou, em 1949. Permaneceu por nove meses e isso lhe permitiu coletar dados contra seu rival no Partido, Révai. No entanto, em Moscou, suas atitudes críticas, tais como contra certa incorreção de um oficial militar, não foram bem recebidas pelo Partido, resultando em seu retorno à Hungria por "*comportamento inadequado no Partido*" (Long, 2002, p. 281-282). Chegado a Budapeste "[...] encaminhou um memorando ao Partido denominado '*Crimes de Révai*'. Nessa tarde foram buscá-lo" (Congdon, 1997, p. 288). Suportou a prisão por 4 anos – sua ficha: "*Suspeito de Espionagem*" (Long, 2002, p. 284). Libertado, casou-se e, pela ocorrência da revolta húngara de 1956 contra o comunismo, optou por acompanhar a família da esposa, também de expoentes perseguidos por sua anterior militância comunista, em sua fuga para o ocidente. Chegando a Cambridge, obteve o segundo título de doutor, para então integrar-se à London School of Economics, onde passou a colaborar com Popper.

Então, até por essa sua formação e militância política, bem expressa por suas publicações na Hungria⁸ (Kutrovátz, 2008), é de se esperar dele uma visão clara da importância do evoluir histórico dos povos e, em especial, do das descobertas científicas. A

⁸ As principais publicações de Lakatos em sua vida na Hungria foram coligidas por László Ropolyi (Kampis et al., 2002) e minuciosamente analisadas e descritas por Kutrovátz (2008, p. 117).

exemplo, encontramos no resumo de sua crítica do falseamento, em poucas palavras, que (1979, p. 146)

"[...] o falseamento tem caráter histórico".

Ilustrando, sua convicção pelo conceito hegeliano da dialética pode ser apreciado (cf. Motterlini, 2002, p. 28.) até em suas anotações a mão, quando se referia à reconstrução histórica do teorema de Euler⁹:

Tese:	Conjetura primitiva
Antítese:	Contra-exemplo
Síntese:	Teorema e conceito gerado pela prova (+ incorporação de lema) [tradução nossa do inglês (t.n.i.)]

Dos autores que comentaram este aspecto, são interessantes os comentários de Hacking (1979 e 1983, cap.8) e os de Radványi (1989 e 1998), dada sua importância. A esse respeito, é importante o depoimento de Forrai (2002, p. 82, nota 2), ao tratar *da correspondência à verdade*:

Na visão de Hacking, o alvo de Lakatos era visar a objetividade da ciência que não repousa na correspondência à verdade. A mais provável explicação da rejeição de Lakatos à correspondência à verdade é que ele vem de uma tradição hegeliano-marxista, em que esta noção é repudiada. A idéia central de Radványi é a de que Lakatos segue o projeto hegeliano de mostrar como a metodologia científica se situa na história. No entanto, o argumento mais forte se baseia na filosofia da matemática, mais do que em sua filosofia da ciência. Eu argumentei que sua filosofia da ciência foi originalmente concebida como uma continuação de seu projeto de filosofia da matemática, uma tanto hegeliana, mas que ele aceitou doutrinas que o preveniram de fazer na ciência o mesmo que ele fez na matemática. É por isso que sua filosofia da ciência tem aparência mais popperiana que hegeliana. (t.n.i.)

Como se vê, sua metodologia foi elaborada inicialmente no campo da matemática, apesar de as publicações mais importantes a respeito serem posteriores àquelas relativas à

⁹ Segundo Motterlini (2002, p. 23 e nota 3), *Archive of Professor Imre Lakatos*, British Library da London School of Economics for Political and Economic Science, organizado originalmente por Michael Hallet, 1979.

ciência. Já observava então a *dinâmica* da matemática, tida tradicionalmente como estática. Lakatos propõe na matemática o que ele mesmo chama de "conceito hegeliano de heurística", identificado com o *movimento dinâmico dos conceitos*. Nesse campo ele deixa clara sua visão: "*matemática é dialética e não pode existir sem crítica*" (Motterlini, 2002, p. 26).

Além de Hegel

Muito mais que isso, mesmo sem se apoiar em Hegel, seus escritos mostram o desenvolvimento contínuo do conhecimento humano como um *processo* na história. Até diverge de Hegel, pois para este, o homem inteligente não muda a história com espírito crítico "[...] *mas está sempre em harmonia com a história. É assim que a dialética explica a mudança sem crítica.*" (Lakatos, 1979, p.126, nota 37), já que, para Hegel, a história não passaria de um *processo dialético*.

Lakatos, porém, acrescenta, propõe uma postura *ativista revolucionária do conhecimento*, como já havia dito na explanação sobre o convencionalismo, ao diferenciar o revolucionário do conservador (179, p. 128) e atribuir esse papel ao "*convencionalista revolucionário popperiano*" (p.129). No processo histórico, o cientista deve assumir papel ativo, revolucionar por novos conceitos, superando as posições que ele denomina *passivistas* umas e *ativistas*, *conservadoras* (kantianas), outras:

Os *ativistas revolucionários* acreditam que os referenciais conceituais podem ser desenvolvidos e também substituídos por novos e *melhores* referenciais; [...] podemos, com espírito crítico [...] (Lakatos, 1979, p.126)

Ademais, por esta visão da história da ciência, ainda que não citando a *dialética*, fundamenta sua análise no entrechoque de teorias científicas que sucessivamente se substituem, ainda que coexistindo, em processo contínuo, em inexorável mudança. Não seria este o caráter distintivo da teoria lakatosiana sobre a evolução das teorias?

Colocada sua posição desta forma, uma visão hegeliana teria servido para ele como plataforma, da qual decolaria para visões mais amplas, a de que o cientista, um *ativista revolucionário*, pode e deve ser crítico com relação aos referenciais conceituais que o cercam. Em trabalho póstumo, escrito a partir de 1970, afirma que, graças a seu contato com a visão

filosófica de Popper, rompeu com a visão hegeliana, mantida por cerca de vinte anos (cf. Lakatos, 1984 [1974], p. 139).

A pesquisa em progresso

Como vimos, o que destaca a visão lakatosiana é que seu método considera não uma teoria científica frente à realidade que pretende interpretar, porém as alternativas possíveis entre as teorias disponíveis em cada momento e, a seguir, a sucessão que ocorre pela substituição de umas por outras mais capazes. A leitura e compreensão da MPPC não são fáceis, mas uma apresentação concisa e didática dada pelo Prof. Valter. Bezerra (2003, 208 a 212), torna desnecessário expô-la aqui.

O método propõe a procura por um *aumento* da capacidade de previsão teórica de uma teoria e busca seu sucesso na corroboração experimental, no "aumento de conteúdo empírico", ficando na expectativa do surgimento de teorias rivais com maior sucesso. Neste processo comparativo, desenvolve-se um jogo, que podemos entender como dialético, uma guerra entre teorias. A teoria que se depara com outra rival, tentando suplantá-la, é alterada a cada objeção teórica, desenvolve argumentos mostrando seus acertos, muda seus conceitos em caso de risco de falseamento por algum experimento novo, conflitante, coloca novas interpretações. Desta maneira, conclui-se, as teorias não logram ser rígidas, apegadas a seu primeiro enunciado; necessitam ser flexíveis, alteram-se ou são substituídas. A substituição de teorias por outras faz parte do processo histórico.

Por isso mesmo, considerando a flexibilidade própria das teorias, alterando-se à medida de novos fenômenos observados e crescendo por novas conclusões teóricas, deve-se pensar não em 'teorias científicas', mas em *séries de teorias*. Lakatos apresenta então sua metodologia mais ampla, aquela que trata de *programas de pesquisa* científica, compostos por essas séries. O descrito embate no mundo científico para a opção entre os programas de pesquisa a serem ou não favorecidos, deve seguir um critério, à base das realizações teóricas e experimentais e segundo as previsões de fenômenos que se concretizem. A aceitação ou rejeição de teorias pela comunidade científica deverá orientar-se não só por um critério de adequação entre os enunciados das teorias em teste e os experimentos realizados ou

fenômenos observados, mas também por uma comparação entre a teoria adotada e uma nova que tenha surgido para suplantá-la.

Como já observamos, o próprio texto-base lakatosiano "*O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica*" (MPPC) serve como que de ilustração para a metodologia que propõe: descreve as etapas históricas de progresso das teorias, uma sucedendo à outra, marcadas por um caminhar, de tropeço em tropeço, cada passo permitindo o seguinte, numa depuração constante de aprimoramento metodológico à procura de melhores resultados.

Uma ciência operante

O critério de orientar a atividade científica pela *busca* continuada da obtenção de resultados, o de se fixar nas *atividades* do trabalho científico visando as perspectivas de sucesso, mesmo sem obtê-lo de imediato, como observamos acima, tem um caráter eminentemente prático, talvez até *pragmático*. E, embora não se encontre nenhum registro das afinidades de Lakatos por alguma das idéias dos pragmatistas, concebidas em fins do século anterior e propagando-se desde então a partir do continente americano, pode-se imaginar como sua difusão tenha atingido os acadêmicos ingleses. William James (1842-1910), membro, juntamente com Peirce, C. Wright e C. Fiske, de uma Sociedade Metafísica, ampliava os princípios defendidos por Peirce, e introduziu o termo do *pragmatismo* (cf. Abril, 1973, p. 791):

A prova última do que significa uma verdade é, sem dúvida, a conduta que essa mesma verdade dita ou inspira. Mas inspira semelhante conduta porque, sobretudo, prediz uma certa orientação particular de nossa experiência que extrairá de nós tal conduta. (James, 1898).

Mais tarde, segundo um resumo de seus trabalhos (Abril, 1973, p. 792), James (1897) conclui que

[...] o filósofo deveria adotar hipóteses de trabalho e substituí-las quando necessário. O critério de manutenção ou substituição das hipóteses seria a *capacidade das mesmas para satisfazer o filósofo na solução dos problemas* em questão. [grifo nosso]

Portanto, as hipóteses devem ser mantidas enquanto "*funcionam*" e não por serem "*verdadeiras*" (James, 1897).

A verdade, portanto, deixa de ser concebida como adequação entre o pensamento e o pensado, a mente e a realidade exterior, ou então como coerência de idéias entre si, para tornar-se funcional. Nessa ordem de idéias, uma proposição é considerada verdadeira na medida em que possa orientar o homem na *realidade circundante* e conduzi-lo de uma experiência até outra. (Abril, 1973, p.792) [grifos nossos].

Este enfoque, em que deixa de ser importante a correspondência entre a realidade circundante e o que é pensado a seu respeito, ou seja, as teorias respectivas, lembra bem a norma lakatosiana de se observar quanto a comunidade científica se satisfaz ou não com a solução, ainda que aparente, oferecida pelas teorias aos problemas em questão e recomenda conduzir a ciência de uma experiência até outra *na medida em que possa orientar o homem*.

O pragmatismo como tendência filosófica adquiriu status no século XIX e foi divulgado no seguinte. Dada a evidente analogia de sua concepção da ciência com aquela que seria exposta na metodologia lakatosiana na década de 1960, certamente abriu campo para a boa compreensão das idéias desse autor e pode ter contribuído para facilitar sua acolhida e receptividade em todo o mundo.

A terminologia

Ao mencionarmos a evolução dos conceitos lakatosianos em relação aos de Popper, reproduzimos a definição que o autor dá à sua nova metodologia – "*sophisticated*", – para distingui-la da popperiana ingênua – "*naive*". Por um cuidado com os termos empregados, convém observar que a nova denominação pode ser melhor tomada por 'elaborado' ou 'mais elaborado' ¹⁰, pois conduz à noção de *superação*, suplantação de uma teoria por outra, e assim aceita pela comunidade científica. No original lemos que o próprio autor recomenda mudança na linguagem adotada (1986 [1970], p. 122, nota 4):

¹⁰ cf. Webster's, 1970 "Sophisticated: 3 [...] SUBTLE: as a : finely experienced and aware [...] b : intellectually appealing [...]" ao que melhor corresponde, cf. Ferreira, Aurélio B. H., 1994: "4. Bras. Requitado ao extremo; aprimorado: decoração sofisticada."

No futuro seria provavelmente melhor abandonar todos estes termos, assim como abandonámos termos como 'prova indutiva (ou experimental)'. Então poderemos denominar as 'refutações' [...] de anomalias e as teorias 'falseadas' [...] como 'superadas'. Nossa linguagem 'comum' é impregnada de dogmatismo não só indutivista, mas também falsificacionista. Já passou da hora para uma reforma.

Podemos observar também que, como critério de decisão, Lakatos propôs uma avaliação do '*excesso de corroboração*', aquilo que a nova teoria teria de apresentar, tanto no plano teórico quanto no experimental. Por significar o *acréscimo* de confirmações empíricas que o novo modelo ou teoria deverá prever com relação à anterior ou rival de um *programa de pesquisa*, poderia ser denominada, mais naturalmente, como 'aumento' ou 'acréscimo' de corroboração.

Mesmo a expressão '*falseacionismo*', poderia merecer outra denominação, já que se trata de *aceitação* ou *rejeição* de teorias. O foco da análise proposta por Lakatos deixa de ser o de falsear, demonstrar a falsidade de uma teoria, para ser o de observar seu desempenho em realizar previsões e a corroboração destas.

As atividades produtivas

A conjectura acima, de uma concepção hegeliana pelo autor, não o é por simples digressão. Permite compreender sua visão do mundo, em processo histórico, dialético, e torna-se importante na medida em que iremos compará-la com a do progresso das comunidades produtivas, centradas na produção de bens e serviços. Não há menção de que Lakatos tenha mencionado as possibilidades da extensão de seus conceitos à tecnologia. No entanto, entre os textos que deixou, podem-se filtrar alguns indicativos de que isto seria até natural. Tendo iniciado a arquitetar suas idéias na matemática, é interessante colher (cf. Motterlini, 2002, p. 28) o que o próprio Lakatos diz quando se refere a seu "*conceito hegeliano de heurística*" (Lakatos, 1976, pp. 145-146):

A atividade matemática é uma atividade humana. Certos aspectos desta atividade – como de qualquer atividade humana – podem ser estudados pela psicologia, outros pela história. A heurística não está interessada de primeiro nestes aspectos. Mas a atividade matemática produz matemática. A matemática, este produto da atividade

humana, "aliena-se" da atividade humana que a produziu. Torna-se vivente, organismo em crescimento, que *adquire certa autonomia* da atividade que a produziu; desenvolve suas próprias leis de crescimento, sua própria dialética. [t.n.i.]

Os trechos acima são sugestivos. Assim como ele aplica os *princípios gerais observados nas atividades humanas* às matemáticas, pode-se tentar a mesma aplicação às atividades produtivas, à engenharia, à tecnologia. Neste processo, teremos a oportunidade de examinar a extensão de certas peculiaridades das atividades científicas a esses campos, em especial nos aspectos históricos, psicológicos e sociológicos. O que leva à suposição desta viabilidade e até de boa adequação é o conhecimento que se tem da natureza humana. Lakatos, em sua exposição, deixa claro que o andar da carruagem da ciência depende, antes que tudo, da índole dos cientistas envolvidos. Em cada episódio por ele relatado, revelam-se erros conceituais que sempre ocorrerão, as necessidades de defesa do prestígio dos protagonistas, a inércia conceitual dos que se acostumaram a pensar de um modo determinado, por anos, por décadas, não conseguindo desvencilhar-se dessa bagagem, que consideram valiosa. Sobre tudo isso deixou dois episódios bem ilustrativos (1979 [1965], p.172-190), um tanto caricaturais, como ele mesmo ressalva no segundo (nota 189), mas que deixam claro que *"a história da ciência não pode ser cabalmente compreendida sem a psicologia das multidões"* (nota 188). Seus títulos dizem tudo:

Prout: um programa de pesquisa que progride num oceano de anomalias.

Bohr: um programa de pesquisa que progride sobre fundamentos inconsistentes.

Nos diversos episódios que relata, até reforça algumas observações de Kuhn no mesmo sentido (p. 220): *"Onde Kuhn vê 'paradigmas' também vejo 'programas de pesquisa racionais'"*, tendo grifado o 'também'. Esses modos de proceder de alguns cientistas, mesmo, os de grande projeção, de defender pontos de vista próprios, com dificuldades para aceitar pareceres discordantes e para serem superados por concorrentes, são realmente muito humanos e nada justifica restringi-los exclusivamente à ciência. É o que ocorre, também, no dia-a-dia institucional, corporativo, empresarial.

Se a suposição levantada acima, a de certa uniformidade no comportamento humano e uma consequente *estruturação* das atividades científicas como aquelas observadas por Lakatos, for válida, deveremos encontrar semelhanças entre os modos de proceder no desenvolvimento da ciência, no da tecnologia e no da engenharia em geral. Deveremos deparar com certa homogeneidade na estruturação das atividades da tecnologia e da engenharia, como nas da estruturação das atividades científicas. Então, à vista da estruturação lakatosiana metodológica da ciência, fixar-nos-emos em localizar as possíveis semelhanças metodológicas que sejam correspondentes àquela. É o que veremos na parte final, sobre os possíveis pontos de correspondência.

Antes, passaremos à descrição da vasta área técnica que circunscreve aquela mais restrita que tomaremos, por exemplo, a da transmissão por telex no Brasil. Assim, no âmbito da engenharia examinaremos a área das telecomunicações e, nestas, o da telegrafia e sua implantação em solo brasileiro, para, finalmente, restringir-nos ao curto ciclo de vida da Rede Nacional de Telex no Brasil – a telegrafia em rede, automática. Como vimos, o método de Lakatos observa o desenvolvimento da ciência em um processo histórico. Assim também, nossa descrição pautar-se-á por uma visão histórica, considerando os aspectos mais importantes do desenvolvimento tecnológico e das atividades produtivas, com a facilidade de podermos servir-nos até mesmo de nossa própria vivência profissional em telecomunicações.

Apesar desse enfoque aqui dado às atividades de engenharia, é de se esperar que as considerações metodológicas expostas sejam extensíveis às mais variadas atividades humanas, a exemplo da medicina e da biotecnologia, que compreendem, entre outros, a indústria farmacológica e a da prestação de serviços médicos. Convém lembrar com Cupani (2004, p. 498) que há autores renomados, como Mario Bunge, que "*[...] classificam como tecnologias atividades tais como a medicina, a administração ou a pedagogia [...]*"

3. AS TELECOMUNICAÇÕES

(a) *A engenharia*

Poucas foram as tentativas de extensão dos conceitos da filosofia da ciência, de suas conquistas epistemológicas e das práticas metodológicas derivadas, à tecnologia e ao aprofundamento do estudo de sua evolução, apesar de vertiginosa no século XX, por seu alcance às telecomunicações, à informática, à biologia, entre outras, a ponto de ter ocasionado uma transformação cultural humana com abrangência global. Como Cupani introduz seu trabalho (2004, p. 493), *"A filosofia da tecnologia é uma disciplina relativamente recente, se comparada com as restantes disciplinas, incluída a filosofia da ciência. Trata-se de um campo de estudos mais heterogêneo que sua denominação faria supor, pois a própria definição de seu objeto não é unânime."*

A engenharia tem sido ainda menos abordada por estudos filosóficos, exceto em tentativas isoladas, ou estudos, estes sim inúmeros, da repercussão da produção tecnológica, boa e má, sobre o modo de viver humano. Entre os pioneiros nos estudos da filosofia da tecnologia, há menção de publicação do geógrafo e filósofo alemão Ernst Kapp (1877), apontado como *"fundador da filosofia da tecnologia"* ¹¹ por seu conterrâneo Friedrich Rapp (1981, p. 4), seguido por outras escassas publicações, sem repercussão maior no ambiente próprio da engenharia. Como diz Cupani (2004, p. 493, nota 1, citando Mitcham, 1994, cap. 1), *"Embora não faltem antecedentes no século XIX e na primeira metade do XX, seu desenvolvimento institucional (incluindo revistas e congressos específicos) data das últimas décadas do século XX."*

Sobre os conceitos, o que tecnologia e engenharia são, há enunciados díspares entre autores conceituados (Rapp, 1981, cap. II). Cupani (2004, p. 494), apresenta as concepções bastante divergentes sobre o que pode ser tomado sob o termo tecnologia: *"[...] três enfoques da tecnologia"*¹², cada um dos quais representa uma corrente filosófica contemporânea

¹¹ KAPP, E., Grundlinien einer Philosophie der Technik – Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig, 1877.

¹² São "três modos de investigar filosoficamente a tecnologia [...] que representam, respectivamente, uma perspectiva analítica, uma abordagem fenomenológica e um exame inspirado na Escola de Frankfurt." (2004, p.493).

relevante." Também o termo 'engenharia' tem sido aplicado às obras civis mais antigas da humanidade e frequentemente funde-se com o de 'tecnologia'. Seu desenvolvimento ao longo dos séculos também contribuiu para mudar o foco de sua aplicação e atualmente é usual ser confundido com as práticas e conhecimentos simplesmente 'técnicos'.

Por isso mesmo, nosso estudo seria mais rigoroso se precisasse não apenas o conceito de engenharia, como também o da tecnologia. Poderia até ser conveniente uma demarcação entre as ciências empíricas, a tecnologia e a engenharia. No entanto, mesmo entre os autores contemporâneos reconhecidos que ensaiaram estudos a esse respeito, como os citados Mario Bunge e C. Mitcham e os autores mais recentes que se dedicam a aspectos sociológicos da atividade tecnológica e dos recursos nela empregados (Pitt, 1998), observam-se diferenças conceituais.

Merecem consideração as colocações de Hans Poser, da Universidade Técnica de Berlim (Poser, 1998), da vertente alemã dos filósofos da ciência. Apesar do título de seu artigo, "*Diferenças estruturais entre a ciência e a engenharia*", Poser propõe uma visão atenta para os *objetivos, meios, funções* e na *eficiência* para atingir os objetivos tanto na engenharia, como na ciência, para, mais adiante, observar que "*a tradicional diferença entre a tecnologia e outras ciências está longe de ser rígida; mais que isso, ela depende do problema que se quer solucionar – isto é, depende do contexto*"¹³.

Por tudo isto, torna-se preferível adotar alguns termos da linguagem de uso corrente entre os profissionais das áreas de engenharia e empresarial, mesmo estes não sendo os da esfera acadêmica. Ainda que os termos assim empregados sejam pouco rigorosos, é válida a expectativa de que as ambiguidades e imprecisões decorrentes não diminuam o valor do estudo em questão, da aplicabilidade da metodologia lakatosiana. Manteremos os conceitos usualmente empregados nos grandes campos da tecnologia e da engenharia. Esta, baseada na ciência e na tecnologia, compreende, de modo simplificado, a metodologia, o planejamento, o

¹³ Além de sua mútua interdependência, ambas buscam a eficiência – a ciência na busca de leis e solução de problemas, a engenharia no atingir os objetivos –, “e isto parece implicar que não há diferença metodológica nenhuma entre ciência e engenharia”. No exemplo de Poser, a astrofísica é ciência, podendo ter ou não conexões com a tecnologia: a diferença entre a ciência empírica e a engenharia estaria nas intenções para a solução de determinado problema. Diferenças e similitudes entre ciência e tecnologia, segundo Poser, conduzem a considerações de interpretações, ou seja, de enfoques, como discutido por Davidson, Abel e Lenk, e à hermenêutica tecnológica, como a vêem Rorty e Irrgang.

projeto e a execução de obras e serviços, os produtos, artefatos, a operação do conjunto e sua manutenção.

Constituindo uma atividade humana complexa, a abrangência da engenharia é ampla, quer quanto aos domínios a que se estende, quer pela verticalidade dos processos, da matéria-prima aos produtos elaborados e serviços, quer ainda pelo número de etapas envolvidas, passando por planejamento, estudos metodológicos e projetos, até a execução final de obras, produtos e serviços, seus controles, operação e manutenção.

(b) *A engenharia de telecomunicações*

De fato, para exemplificar a engenharia, as telecomunicações são o suficientemente complexas para bem representar sua estruturação e metodologia, assim como seu envolvimento amplo e disseminado por todas as atividades humanas e, ainda, por empregar grande parte dos ramos da engenharia em geral. Sua cadeia de produção e de operação passou a envolver etapas múltiplas e sua verticalização, contando com o emprego de tecnologia de outras áreas, tornaram este ramo da engenharia complexo e amplo. Simples de início, enquanto seu desenvolvimento ainda era lento, iniciado pela telegrafia óptica no século XVII, seu desenvolvimento tornou-se depois surpreendentemente rápido, em consequência das descobertas da eletricidade. O sucessivo aperfeiçoamento das técnicas empregadas nas telecomunicações, o recurso a tecnologias em desenvolvimento contínuo e a concorrência acirrada tanto entre empresas de pesquisas quanto de fabricantes mundiais contribuíram decisivamente para seu desenvolvimento vertiginoso.

Na engenharia, as telecomunicações constituem especialidade à parte devido, principalmente, a seu *escopo* muito específico, o da transmissão de informações. No entanto, o destaque mais característico é o do emprego de tecnologia própria, empregada quer na *transmissão* dos sinais, que pode ser por fios ou pela radiopropagação, quer no tratamento dado às *informações* transmitidas, no início por recursos quase exclusivamente eletromecânicos. Estes, aos poucos, foram cedendo lugar a soluções tecnológicas eletrônicas, cada vez mais complexas, que se tornaram as características distintivas deste campo da engenharia. Da eletrônica, operada por *válvulas* de controle do fluxo eletrônico no vácuo e, assim, da energia transmitida e suas formas, passou-se à dos dispositivos de estado sólido

(*diodos, transistores*) com a mesma função de controle do fluxo eletrônico, o que permitiu o desenvolvimento de dispositivos com grande variedade de finalidades. Essa nova tecnologia viabilizou a grande disseminação e o emprego universal da *informática*, em especial a aplicada no processamento das informações das telecomunicações, de forma antes sequer imaginada.

Dada a complexidade técnica do tema, torna-se necessária, antes de tudo, uma familiarização com a terminologia empregada. Convém, também, uma introdução sucinta, uma visão geral das telecomunicações, e, a seguir, sua particularização na telegrafia e as condições de implantação em nosso país, para enfim ser dedicada atenção maior à telegrafia automatizada e sua realização na Rede Nacional de Telex – RNTx ou, simplesmente, Telex. Seu ciclo de vida, inusitadamente intenso e curto, é o que se oferece como um caso de aplicação da metodologia lakatosiana. Do mesmo modo, observações sobre o desenvolvimento das telecomunicações em geral, a partir das primeiras tentativas bem sucedidas de sinalização à distância na Antiguidade, oferecem outros exemplos de aplicação da análise proposta por Lakatos, que, apesar de interessantes, não poderão ser examinados aqui, dada a extensão do tema.

Alguns conceitos técnicos

As telecomunicações compreendem sempre a *transmissão* de *informações* de um local para a *recepção* em outro. Essas informações podem constar de símbolos, palavras, imagens, sons. Desde o início histórico, o mecanismo da transmissão-recepção era facilitado por um ou mais meios de *codificação-decodificação*: recursos progressivamente mais complexos nas transmissões sonoras ou visuais primitivas foram sendo adotados, para sua posterior decodificação no receptor. Recentemente, passou-se a empregar também o *processamento* dessa informação (seu armazenamento, a correção de erros, o roteamento da destinação), mediante os recursos da informática. Diferentemente dos correios, nos quais a informação é gravada em algum meio material (pergaminho, papel), o qual é transportado fisicamente do transmissor ao receptor, nas telecomunicações essa mesma informação, sendo imaterial, modifica – *modula* – no transmissor alguma forma de *propagação de energia*, chamada *portadora*. A energia assim transmitida, modulada em correspondência às

informações, poderá ser sonora, elétrica, ou por radiação eletromagnética, da qual a luz é caso particular, sendo detectada e decodificada no receptor.

A forma mais simples de codificar a energia transmitida é a que adota apenas *dois* níveis de transmissão, ou, mais simples ainda, o modo transmite – não transmite, sim ou não, sendo, por isso chamada de binária. Este é um dos modos *digitais*, caracterizados por formas não contínuas, discretas, de transmissão, podendo empregar dois ou mais níveis, segundo a conveniência da técnica de codificação adotada.

(c) *Telegrafia, a pioneira*

Os recursos primitivos da comunicação a distâncias pouco maiores do que as do convívio social de um grupo sempre foram esporádicos, em geral adotados com fins bélicos, e a técnica adotada se restringia à da transmissão sonora ou visual, mediante expedientes mais ou menos elaborados, que incluíam o fogo, a fumaça ou o bumbo (Holzmann e Pehrson, 1995). Esta a razão de ser da importância dos *correios* na humanidade, fosse por estafetas, transporte de mensagens ou outros meios. Os correios parecem ter, de fato, suprido bem os anseios de comunicação à distância em todas as épocas, apesar do tempo e custos envolvidos no transporte da mensagem, que poderia chegar a meses. Só assim se explicam as curiosidade históricas expostas no insuspeito trabalho de Holzmann e Pehrson, por exemplo, de que no século XVII não se tenha efetivado o emprego da então denominada telegrafia visual, quando apresentada na Inglaterra em 1684. Um século mais tarde, quando o francês Claude Chappe a reinventou, em 1793, foi imediatamente percebida sua importância militar e construída a primeira linha de transmissão, de mais de 200 km. Consistia de estações que retransmitiam posições codificadas de braços *semafóricos* e marcou tento ao transmitir uma vitória de Napoleão (Siqueira, 2001, p. 12-13).

No entanto é importante e curioso observar que toda a tecnologia empregada já estava disponível muito antes disso, até para os gregos antigos, já na aurora das ciências, pois empregava apenas a escrita fonética codificada e a sinalização visível à distância. Este é o *núcleo tecnológico* da telegrafia: o emprego de poucos símbolos, viabilizado unicamente pela escrita fonética, que decompõe as palavras em seus fonemas, e os alfabetos decorrentes, disponíveis há milênios. Contudo, em todo esse período não ocorreu a associação,

indispensável para a telegrafia, a alguma forma instantânea de transmissão, apesar de já conhecida – a transmissão óptica, visual, era utilizada esporadicamente e apenas para fins elementares. Com tudo isso, o invento só ocorreu dois milênios mais tarde e, mesmo assim, a correspondente obra de engenharia foi realizada só no século seguinte, depois da sua *reinvenção* em outro país.

A história da transmissão de mensagens à distância expõe aspectos curiosos e, desde seus primeiros registros, que remontam à guerra de Peloponeso, em 410 a.C. (Holzmann e Pehrson, 1995), apresenta uma sequência de *períodos* de realizações, de comunicações, com sucesso, porém, estranhamente, sem continuidade. Cada período, cada país ou império, adota uma tecnologia própria, adotando a transmissão por sinais ópticos os mais diversos e entremeados com o uso dos correios de estafetas ou outros, o que deveria dar margem a uma interessante análise sob o enfoque lakatosiano. No entanto, estranhamente, os períodos de uso dessa telegrafia incipiente e mesmo os de uso de correios por estafetas não apresentam as evidências de um encadeamento de transmissão da experiência adquirida e da tecnologia adotada. Suas causas requereriam até um estudo mais profundo, que, no entanto, escapa ao foco do presente trabalho.

Fig. 2 e 3: Telégrafos ópticos de 2 e 6 braços (Wikipedia)

No século XIX, já disponível a telegrafia óptica empregada em alguns países, um salto tecnológico decisivo foi marcado pela descoberta da *energia elétrica* e das possíveis formas de sua transmissão. Enquanto nos correios algum meio material portador da informação é

transportado, a energia elétrica assumiu esta função, ao carregar, *portar* a informação, com a grande vantagem de ser transmitida de um ponto a outro de forma praticamente *instantânea* – por velocidade próxima à da luz. Para conter a informação, transmitida caracter por caracter,

a transmissão deveria ser realizada segundo algum critério de codificação, de modo a tornar compreensível a recepção após a decodificação.

Diversas foram as tentativas para tornar viáveis as primeiras transmissões da telegrafia empregando a energia elétrica. Utilizavam um ou até vários fios metálicos (cobre) para o envio da energia. As letras do alfabeto e os caracteres em geral eram codificados empregando técnicas digitais, algumas até curiosas. A digitalização não constituiu, portanto, técnica recente, empregada já em transmissões primitivas, como também no antecedente telégrafo óptico. No entanto, Morse superou seus concorrentes pela simplicidade. Além de ter adotado as então recentemente descobertas baterias armazenadoras de energia elétrica, sob a forma simples de corrente contínua, utilizou para a transmissão um só fio, sendo o retorno pela terra, boa condutora de eletricidade. Um modo particularmente simples de controle da energia elétrica enviada era o binário, consistindo na transmissão de pequenos *conjuntos de pulsos elétricos* que continham a informação, caracter a caracter. Em seu código, que se tornou conhecido para sempre como *código Morse*, a digitalização é duplamente binária: há transmissão de energia ou não – a 'não transmissão' correspondendo ao silêncio, à ausência de caracter – e há dois tipos de duração da transmissão, 'longa' e 'breve', que são os *traços* ou *pontos* telegráficos. Ora, quanto menor a quantidade de tipos de sinais, neste caso apenas 3, mais simples sua técnica de transmissão e mais inteligível a decodificação. A própria codificação é simples: gera-se um conjunto de pulsos, composto de longos e breves, e a cada conjunto sendo atribuída uma letra do alfabeto ou número. Ilustrando:

a: .■ b: ■... c: ■.■. d: ■.. S.O.S.: ... ■■■ ...

Fig. 4: Telégrafo Morse óptico naval, em meados do séc. XX

Na estação receptora há sensores que revelam estes pulsos, depois decodificados para dar o significado de cada caracter recebido. A energia elétrica transmitida, portadora da informação, é gerada em níveis mínimos, apenas a suficiente para a boa recepção. O tipo de informação transmitida, imaterial, não condiciona a quantidade de energia empregada, cujos níveis dependem

principalmente da distância ao receptor e outras limitações técnicas, a principal sendo a do *ruído* inerente ao sistema e que na recepção se mistura aos sinais telegráficos, dificultando sua inteligibilidade.

O telégrafo elétrico construído por Morse em 1837 foi o primeiro a ser difundido a vários países e permitiu, já nas décadas seguintes, a construção de redes internacionais extensas (Fig. 5), de dimensões continentais, interligando estações telegráficas de transmissão e recepção e dando assim início à rede mundial de telegrafia por fios e cabos. Cerca de 40 anos depois do sucesso de Morse, portanto ainda na segunda metade do século XIX, o telégrafo já constituía um recurso maduro; nos Estados Unidos estavam interligadas 8.500 escritórios, por cerca de 350 mil km de linhas telegráficas, para a transmissão anual de 31 milhões de telegramas (Lebow, 1995, p.32).

Fig. 5. Linhas telegráficas internacionais em 1891.

(d) A telefonia

A relativa facilidade técnica encontrada para a transmissão de caracteres sugeriu mais, de imediato, também a possibilidade da transmissão de *sons* e até mesmo da *voz*, o que em muito agilizaria as comunicações, por dispensar a escrita e sua codificação. Seria

necessário um avanço tecnológico, encontrar um dispositivo *transdutor* que permitisse variar a intensidade da energia elétrica transmitida proporcionalmente à intensidade da *pressão sonora* da voz incidente. A curva da pressão sonora, tal como a senoidal do tom de uma flauta, deveria produzir uma variação correspondente na energia transmitida, ou seja, *modular* a transmissão dessa energia. As dificuldades para a construção dos artefatos necessários para esta *modulação* da transmissão e sua posterior *demodulação* na estação receptora foram superadas por soluções inovadoras. Na competição acirrada entre os vários inventores, venceu Graham Bell, registrando sua patente em 1876. Foi nesse ano que D. Pedro II, numa exposição em Massachusetts, foi apresentado ao telefone por Graham Bell (Siqueira, 2001, p. 34) e tanto se admirou do telefone ("*Meu Deus, isto fala!*") que acabara de conhecer. Foi o primeiro impulso à implantação da telefonia no Brasil.

(e) Redes telefônicas

A partir de então, deu-se o desenvolvimento da telefonia no mundo todo, pela construção de redes de pares de fios ou cabos e pelo encadeamento de trechos dessas redes, de modo que, pela cadeia armada, o usuário de um ponto, poderia comunicar-se com outro, a distâncias intermunicipais e, mais tarde, internacionais. A conexão de trechos dessa rede, chamada de *comutação*, era feita manualmente, pelas telefonistas, nas *centrais telefônicas*. Entretanto, já em 1892 Strowger conseguiu a implantação de um centro telefônico que mecanizava esse trabalho das conexões manuais: era uma *comutação automática*. A partir de 1896 foi adotada também a *discagem* de um código, o número do assinante chamado. A primeira central automática de porte data de 1900, com capacidade para 10.000 assinantes, na ocasião suficiente para as necessidades de um centro urbano.

O século XX introduziu uma nova tecnologia, a de *ondas portadoras*, que, mediante a modulação mais complexa do sinal transmitido – *multiplex* –, possibilitava a transmissão de conversações *simultâneas*, por um só meio portador (par de fios), multiplicando assim a capacidade de transmissão dos pares de fios. Essa técnica foi ainda ampliada na utilização de cabos coaxiais, cuja capacidade de transmissão atingiu até centenas de canais telefônicos de conversação simultânea.

(f) As comunicações sem fio – a radiopropagação

Os primeiros conhecimentos dos fenômenos eletromagnéticos, das relações entre a circulação de energia elétrica em um fio e os efeitos magnéticos resultantes, são ainda anteriores a essas datas da telegrafia elétrica. No entanto, as dificuldades para a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos e seu equacionamento matemático, assim como para sua utilização pela construção de aparelhos para a transmissão controlada de energia eletromagnética e sua detecção em receptores, eram sensivelmente maiores. Foi necessária uma geração de cientistas para a tarefa que permitiu a Marconi a aceitação internacional, em 1895, da primeira transmissão e recepção de *sinais*, que, por simplicidade eram telegráficos, nos moldes da telegrafia Morse.

Para haver a transmissão de energia 'sem fio' é necessária a ocorrência de *irradiação eletromagnética*. Esta é provocada, numa estação transmissora, pela criação de campos elétricos alternados, numa determinada *frequência*, alternância esta gerada num oscilador elétrico *ressonante* e depois detectada, na estação receptora, num outro circuito ressonante similar. A *sintonia* consiste na identidade das *frequências de ressonância* dos dois circuitos, transmissor e receptor. Esta comunicação, baseada na sintonia de sistemas irradiantes, constitui a base da *transmissão via rádio*.

A modulação correspondente à informação que se deseja transmitir é produzida fazendo variar a *amplitude* da tensão ou corrente no circuito ressonante transmissor, resultando uma transmissão por *amplitude modulada* – AM. Alternativamente, o sinal modulador da informação pode produzir alterações correspondentes na *frequência* de transmissão, em alterações mínimas que seguem as da pressão sonora incidente, resultando na chamada modulação de frequência – FM ou de fase – PM. O *sinal* assim produzido é amplificado e irradiado por uma antena. Na recepção, o sinal, muito débil devido à distância, é recebido em uma antena, amplificado e *demodulado*, resultando em som inteligível.

(g) A superação das distâncias

Com base no desenvolvimento científico e tecnológico das comunicações *por fio* e *via rádio*, descritas, foi construída a rede de comunicações mundial, monumental obra de

engenharia. Enquanto na telegrafia e na telefonia por fio, a superação das distâncias se dava pela construção de extensas e onerosas *redes* de fios e cabos, à margem das maiores estradas de ferro e de rodagem, das quais passaram a constituir imagem indissociável, para as transmissões via rádio bastavam estações transmissoras-receptoras. A transmissão via rádio, embora exigindo tecnologia mais avançada, dispensava, além da própria rede de fios e cabos, também os centros de *comutação* dessa rede – alternância das conexões entre trechos de rede, entre as origens e os diferentes destinos das mensagens –, resultando em custo muito menor. Além disso, possibilitava a superação de obstáculos, incluindo grandes superfícies aquosas, como lagos, mares, oceanos.

As maiores dificuldades à transmissão via rádio repousavam no alcance a grandes distâncias. Conhecidos os fundamentos da teoria eletromagnética, logo se observou que o *alcance* da transmissão dependia criticamente das frequências de transmissão-recepção adotadas e exigiria um campo de engenharia à parte. Neste foram estudadas as condições particulares de propagação. Nas frequências mais altas, a energia eletromagnética é irradiada entre as antenas *em visibilidade*, acompanhadas de eventual difração e reflexão, de modo semelhante à da luz visível, que também é eletromagnética.

Entre tais extremos e, por isso, menos sujeita a essas dificuldades, encontram-se as *ondas curtas*, no entorno da faixa de 3 a 30 Mhz, historicamente importantes por terem sido intensamente usadas na telegrafia. Estas contam com a peculiar propriedade da *reflexão ionosférica*: são refletidas na ionosfera, em seguida no solo, podendo por isso atingir até o lado oposto do planeta, após vários 'saltos'. As ondas curtas foram as mais adotadas na comunicação intercontinental, telegráfica ou por voz, inclusive no Brasil, assim como durante a II Guerra Mundial.

Nas últimas décadas do século XX, foram procuradas diversas formas para a superação do ruído eletrônico nas telecomunicações em geral. A mais importante, a substituição da tecnologia analógica, cujo sinal modulador *contínuo* acompanha a variação da energia incidente, para a *digital*, codificada. Nesta, a energia do sinal a ser transmitido é decomposta em degraus *discretos* de variação; sua codificação permite a associação a *caracteres*. A transmissão digital permitiu seu controle fácil e praticamente imune a erros de transmissão. Ficaram, desta forma, contornadas as dificuldades relativas a *ruídos*, inevitáveis nas técnicas

analógicas e que limitavam seu alcance, a superação de maiores distâncias. Foi a digitalização que permitiu a fácil transmissão de sinais de computadores, também digitais. Se, por um lado, a nova tecnologia facilitou a transmissão telegráfica, por outro, ensejou o desenvolvimento da rede mundial de correio digital, pela interconexão dos computadores, essa que acabaria por competir com o Telex, décadas mais tarde.

Na mesma época, o emprego de *faixas de frequência* mais elevadas, acima das descritas faixas de ondas curtas, de VHF, de UHF, de SHF, e acima mesmo de 30 Ghz, foi objeto de importante desenvolvimento tecnológico, mediante o controle da transmissão e da *modulação* da própria *luz*, por emissão *laser*, tornando possível a sua transmissão-recepção e demodulação. O desenvolvimento das *fibras ópticas*, na mesma época, permitiu trajetos contornando obstáculos e acompanhar a curvatura terrestre, resultando na construção de extensas rotas intercontinentais. Na atualidade, as rotas intercontinentais de cabos ópticos constituem a alternativa empregada para a retransmissão via satélite de comunicações. Diferentemente das singelas rotas internacionais telegráficas do século XIX, estas permitem volumes de comunicações enormes, suficientes para todas as necessidades atuais, das quais a telegrafia constitui parte ínfima.

Os avanços tecnológicos sucessivos e contínuos contribuíram para as grandes conquistas na transmissão de informações, de voz e imagens. Como vimos, impulsionaram novas modalidades de transmissão, com a superação de distâncias jamais obtidas; permitiram o aumento gigantesco do fluxo de informações pela quantidade de recursos empregados, o direcionamento da transmissão rádio a pontos determinados pela construção de antenas diretivas, a imunidade a usos não desejados mediante a criptografia, a qualidade na recepção pelo uso de modulação complexa. Importantíssima foi a substancial redução de custos nos enlaces transmissão-recepção resultante, por recursos tecnológicos cada vez mais elaborados, de modo a conduzir à disseminação das telecomunicações às camadas populares, de menor poder aquisitivo, gerando, por sua vez, um aumento enorme na demanda do fluxo de informações trocadas.

Esta é a tecnologia, vista muito sucintamente, que serve de base para a transmissão telegráfica atual. Observemos, pois, o caso específico do telex, sua transmissão automática, e

o do telex no Brasil – a Rede Nacional de Telex, até e depois de seu apogeu. Para isto, retomemos os aspectos históricos mais interessantes de seu desenvolvimento em nosso País.

4. A TELEGRAFIA

Se bem que o Brasil tenha acompanhado as descobertas científicas e o respectivo desenvolvimento tecnológico que serviram de base para as telecomunicações no mundo, sua aplicação ocorreu só 10 a 20 anos após as correspondentes primeiras apresentações em outros países. Deste modo, uma descrição do desenvolvimento brasileiro espelha aquele mundial, com atraso. Seu início pode ser associado à inauguração, em 1852, por D. Pedro II, da primeira linha de transmissão telegráfica, para fins militares, de 4 km, no Rio de Janeiro. As demais obras de engenharia refletiram o desenvolvimento tecnológico mundial que se seguiu.

Na atualidade, a expressão 'telex' soa no mínimo estranha. Há poucas décadas, porém, o termo designava equipamento indispensável em todas as empresas de grande ou médio porte. No cartão de visita de seus executivos, lado a lado com o do telefone, obrigatoriamente deveria constar o 'número de telex'. Pouco mais que dez anos foram suficientes para ser esquecido, ofuscado por novos produtos da tecnologia atual. Seu desaparecimento do cenário das telecomunicações foi tão radical que a expressão mesma deixou de ser conhecida e passou a ser adotada para designar outros produtos, de outras áreas, eletrônicos ou não.

Por isso mesmo, é interessante uma revisão do que foi entre nós a Rede Nacional de Telex – RNTx. Não só no Brasil, mas no mundo inteiro, na segunda metade do século XX, o telex constituiu o ápice do desenvolvimento da telegrafia, por ter atingido sua plena automação e adotado universalmente. Tornou-se o mais eloquente exemplo da eficiência das comunicações mediante a escrita. Entre nós seu uso ficou muito difundido, a ponto de termos superado nisto os demais países. No entanto, concluído seu ciclo de vida, tornou-se uma tecnologia inexpressiva na atualidade, na qual apenas poucas máquinas de assinantes remanescentes ainda estão conectadas por uma rede mundial. Para o futuro, passaram a merecer espaço nobre em algum museu de tecnologia das telecomunicações.

(a) As bases

Para o surgimento de um sistema nacional da complexidade do telex, várias condições seriam necessárias, em áreas diferentes da atividade sócio-econômica. A bem dizer,

o telex no Brasil não surgiu num repente, mas veio sendo edificado por décadas, pelo crescimento industrial e comercial e pela tomada de consciência no país da necessidade da estruturação das telecomunicações como um todo, ao acompanhar o desenvolvimento tecnológico mundial. Quais foram essas bases para o surgimento do telex nacional e internacional? Quais as condições que ocasionaram e permitiram seu surgimento? Procuremos identificar os elementos constitutivos principais de sua construção na fase inicial, para a melhor compreensão do seu desenvolvimento histórico e posterior consolidação.

Os fatores causais mais importantes e de maior interesse na fase de surgimento do serviço no Brasil são

- a telegrafia,
- a telefonia,
- o desenvolvimento mundial da tecnologia,
- os teleimpressores,
- as centrais de comutação,
- a vontade política.

Examinaremos cada um deles adiante, na descrição do Telex nacional, num rápido retrospecto às décadas de 1950 e 60.

(b) O início da telegrafia

O telex resultou da telegrafia pela mecanização e posterior automatização. Por isso mesmo, poder-se-ia supor que sua implantação tivesse surgido por uma evolução natural do serviço telegráfico, esperada e necessária, por estar disponível a tecnologia em outros países. No entanto, não foi bem assim. No Brasil, a evolução da telegrafia para o telex não se deu numa adequação fácil e rápida, como poderia ter sido, e isto devido a fatores econômicos e sociais.

Para a implantação de tal sistema de telecomunicações, de abrangência nacional, fazendo uso de tecnologia nova, são necessárias decisões governamentais e a convicção de políticos. Ora, para estes, leigos, nem mesmo uma idéia geral sobre a telegrafia manual é evidente de início e tampouco de assimilação imediata. São conhecidas as dificuldades que o francês Claude Chappe teve para convencer seus conterrâneos sobre a eficácia da telegrafia óptica, de braços semaforicos, em 1793, assim como as de Edelkrantz na Suécia, em 1795,

esta por painéis ou luz comutada. Da mesma forma, Morse, nos Estados Unidos, em 1837, para interligar Nova York a Nova Orleans teve de enfrentar um Congresso cético sobre a novidade, enquanto os usos das diferentes formas de telégrafos ópticos mostravam-se eficazes na Europa. Sua proposta foi rejeitada! (cf. Holzmann & Pehrson, 1995, p.205). O sucesso espetacular, numa linha entre Washington e Baltimore, ocorreu sete anos mais tarde, em 1844. Assim, também decorreram outros sete anos até que uma linha de telégrafo Morse fosse autorizada na Inglaterra, em 1851.

Nestas circunstâncias, apenas um ano depois, a inauguração de uma linha telegráfica em 1852, entre a Quinta da Boa Vista e o Quartel de Polícia no Rio de Janeiro, é quase surpreendente. Ademais, não foi uma inauguração isolada. A construção de mais linhas se sucedeu, de modo que seis anos mais tarde (1858), já sob o comando de uma Diretoria Geral dos Telégrafos, a Capital do país dispunha de 65 km de linhas interligando instalações militares e do governo, até mesmo à casa de veraneio de D. Pedro II, em Petrópolis, esta mediante o emprego, inovador na época, de trecho de cabo submarino (Embratel, 1998, p.8). É curioso até observar que, enquanto isso, a França continuou a usar o telégrafo óptico até 1855 e a Suécia, em conexão com suas ilhas, até 1881.

A construção de uma rede nacional interligando as maiores cidades foi igualmente rápida, nisso acompanhando a expansão vertiginosa das redes de telegrafia em outros países e as destes em conexão internacional. Para a expansão brasileira não faltou motivação militar: a irrupção nessa época, em 1865, da Guerra do Paraguai contribuiu para que, já em 1870, fossem estendidos cerca de 2.000 km de linhas em postes atingindo Porto Alegre e mais 50 estações telegráficas. Sem o mesmo vigor, a conexão com as capitais do Nordeste e do Norte tomou mais de 15 anos.

Enquanto isso, nos demais países foram construídas extensas redes internacionais e intercontinentais para conectar estações telegráficas de transmissão e recepção distantes, constituindo, assim, uma rede mundial de telegrafia por fios e cabos de fios. Os empreendimentos, estatais ou privados, eram sempre de máxima envergadura. Gigantes empresas eram constituídas para a grande oportunidade nascente de lucros vultosos, a exemplo da Western Union nos Estados Unidos. Eis como o quadro é descrito em publicação

do insuspeito IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers americano (Lebow, 1995, p.14):

O ano de 1866 foi também notável, porque foi então que a Western Union finalmente prevaleceu na luta para dominar a indústria americana, pela fusão com sua maior rival, a American Telegraph Company, sucessora da participação empresarial inicial de Morse. Antes dessa fusão, uma após outra, as empresas competidoras foram sendo adquiridas ou sendo excluídas do mercado, até ter ficado claro que a Western Union estava a caminho de ser a vencedora da guerra do telégrafo. [...]

O fato de a Western Union ter ganhado a competição é menos significativo do que o de o prêmio ter sido tão volumoso. Por volta de 1880 havia mais de 160.000 km de fios telegráficos no país, 80% dos quais controlados pela Western Union, que obteve a distinção de ser a maior corporação nacional. Essa corporação também obteve a distinção, menos nobre, de ser a mais odiada pelo público, uma característica frequentemente ocasionada pelos excessos a que um monopólio é passível de ceder. Houve numerosas tentativas, durante a última parte do século, para introduzir competição, por meio de empresas estatais ou serviços mantidos pelo governo, mas, afinal, todas fracassaram (trad. nossa).

Até então, tendo sido o telégrafo o único recurso para as comunicações imediatas, o mundo fora sendo tecido por uma rede de linhas telegráficas, até o limite dos recursos de cada país. Significou toda uma série de alterações profundas no campo militar, no mundo dos negócios, e, globalmente, na comunicação entre os povos.

(c) *A telegrafia no Brasil*

No Brasil, num ritmo já menos agressivo que o do início, foram necessárias quatro décadas após a primeira conexão telegráfica americana, além do ímpeto e da visão militar, para que o governo se decidisse pela interiorização das comunicações até as fronteiras com o Paraguai e a Bolívia. Entretanto, nesta longa tarefa de mais um quarto de século, mais que o avanço geográfico de uma obra de engenharia, o que se destacou foi o espírito humanista de Cândido Rondon e de sua capacidade de conhecer e se entrosar com as etnias indígenas que encontrava. Embrenhando-se em terras desconhecidas, ia instalando e deixando atrás de si o

par de fios elétricos que lhe permitiria as comunicações vitais com os que lhe asseguravam o apoio técnico e logístico. Rondon é celebrado como o patrono das telecomunicações brasileiras, porém seu mérito maior e mais reconhecido foi o da integração com as diferentes culturas indígenas, seus métodos de aproximação e formas de aculturação, contando para isto, durante toda uma vida, com seu irrestrito empenho pessoal e desprendimento (cf. Bigio, 2003, p. 21).

Na atividade empresarial, as comunicações internacionais podem ser até mais importantes do que as locais. Foi com esta noção que, já seis anos após o sucesso do primeiro cabo transatlântico no mundo, "em 1872 o barão de Mauá foi autorizado a estabelecer e explorar um cabo submarino transatlântico entre o Brasil e a Europa" (Silva e Almeida, p. 9). Já no ano seguinte o Barão transferiu a concessão à "Brazilian Telegraph Submarine Company", que o inaugurou um ano depois. Por décadas, até o advento da radiotelegrafia, este seria o único meio de comunicações imediatas com os demais continentes, na rota Recife -Lisboa, Portugal.

Fig. 6. Uma das três patentes de Landell de Moura, "Telégrafo sem fios" [via rádio] (MLM, 2010).

A descoberta seguinte, das possibilidades da radiocomunicação dispensando as redes de fios, mais uma vez deixou claras as dificuldades para a introdução de uma nova tecnologia. O padre gaúcho Roberto Landell de Moura exibiu a transmissão sem fio até de *sons musicais* já em 1893, em São Paulo, entre a Avenida Paulista e Santana, a 8 km, e registrou três patentes nos EUA (Fig. 8), sem, no entanto, ter merecido crédito em nosso país. Até mesmo as denominações dadas a suas patentes mantêm-se atuais: "*telegrafia sem fio*", "*telefonía sem fio*" e "*transmissor de ondas*"¹⁴.

Em 1895, o italiano Marconi, ainda jovem, também menosprezado em sua pátria, partiu para a Inglaterra, em busca de apoio para seu *telégrafo* sem fio – ainda não o telefone (Siqueira, 2001, p.50 e 56). Nos EUA, em julho de 1899, o *The New York Herald* declarava "Padre Landell de Moura – o inventor do telefone sem fio"

14 Imagens dos documentos de concessão das três patentes estão disponíveis em MLM, 2010.

(Tomazela, 2011). Ainda que pouco festejado em nosso meio, mereceu citação de jornalistas (Siqueira, 2001, p. 56-57), foi enaltecido pela imprensa no sesquicentenário de seu nascimento (Tomazela, 2011), e mereceu até estudo historiográfico específico (Queiroz, 2007). Desta forma, no Brasil, só em 1907 a radiotelegrafia passaria a ser empregada pela Marinha, no contato com navios, e em 1911, organizado o Serviço Radiotelegráfico Nacional.

O espírito pioneiro de dotar o país de infraestrutura de comunicações adequada, tal como o demonstrado no início da telegrafia, perdera seu vigor no século seguinte. Mesmo assim, ainda que caracterizado por um ritmo de implantação mais lento, o sistema de redes telegráficas no Brasil contava, em 1928, com 55 mil km e mais de 1300 estações (Silva e Almeida, 1998, p.13). Estes indicativos devem ser, todavia, vistos com cautela, uma vez que exprimem tão somente a extensão de rede e segundo uma tecnologia iniciada em 1852, ainda no Império. Nesse quase um século decorrido da invenção do telégrafo eletromagnético por Morse, em 1837, quando vários novos recursos técnicos já haviam surgido e se mostrado eficientes em outros países, nosso sistema de comunicações adquiriu dimensões continentais, sem que a correspondente *tecnologia* tivesse sido incorporada à telegrafia, atualizando-a.

Neste descompasso com relação ao desenvolvimento tecnológico mundial, é emblemático como a situação da telegrafia fora descrita, numa publicação do próprio DCT – Departamento de Correios e Telégrafos, governamental. Se, por um lado, era comemorativa, em 1952, do centenário da telegrafia no Brasil, por outro, deplorava o incompreensível atraso em que se encontrava tão importante componente da infraestrutura nacional (Miranda, 1955, p. 14-15):

[...] o Brasil, sob o ponto de vista de correios e telégrafos, se encontra em condições perfeitamente iguais às da França, por volta de 1920, [...] Os males de então, nos P.T.T. da França¹⁵, são sem dúvida alguma os mesmos atuais na administração postal-telegráfica brasileira.

O atraso tecnológico em relação a outros países era estimado em 40 anos (Miranda, 1955, p. 35). Entre as tecnologias de que o país não dispunha estava o telex, apesar de sua implantação em outros países ter ocorrido a partir da década de 1910, pelo uso dos primitivos

¹⁵ Trata-se da Postes, Télégraphes et Téléphones francesa, cujo monopólio compreendia os correios e as telecomunicações.

teletipos¹⁶. O autor do texto acima, Eng. Líbero O. de Miranda, então Presidente da Comissão Técnica do Rádio, é incisivo (1955, p.10) a respeito das últimas duas décadas, seguintes à criação do Departamento, por volta de 1932:

[...] nada mais se fez que pudesse receber qualquer atenção, como forma plausível, para tão importantes serviços. Desde então não houve qualquer interesse mais direto ou permanente, por parte das altas autoridades do país, para questão de tanta relevância, como é a das comunicações.

Com seu livro (p.9 e 61) visava providências urgentes para as telecomunicações. Entre outros tantos argumentos, lembrava como "*em todos os grandes países, os serviços postais e telegráficos constituem Ministério*" e necessidade d' "*a transformação do Departamento de Correios e Telégrafos em Ministério das Comunicações*". Contudo, até a época de criação do telex no Brasil, por mais 10 anos, não se observaram alterações nesse cenário, como que imunes a duras constatações de ineficácia e tentativas de projetos. Assim, estagnadas as telecomunicações, a economia do país crescia apenas o quanto possível, estrangulada.

Até este ponto, a telegrafia representava as comunicações entre estações telegráficas, geralmente localizadas nos maiores centros urbanos, poucas por metrópole, a rede existente sendo, portanto, essencialmente interurbana e internacional. Nos centros urbanos sua complementação dava-se pelas mensagens entregues de forma rápida por estafetas, em mãos do destinatário – uma forma de correio.

(d) *Surge a telefonia*

No mundo

A tecnologia necessária para aperfeiçoar o primeiro telégrafo de 1844 ocupou toda uma geração, até que, em 1876, o telefone fosse apresentado para se impor como nova opção,

¹⁶ Nelson K.M. da Teletype Corporation, 1963, descreve uma relação de patentes americanas de máquinas teleimpressoras a partir de 1903. Referências não documentadas de empresas na Wikipedia, mencionam inúmeras outras, como a AT&T, com redes iniciais em 1924, e a alemã Deutsche Bundespost, com rede experimental em 1926 e operante em 1933.

superior em muitos aspectos para as comunicações à distância. O telefone surgiu não apenas como opção alternativa, porém destinado a suplantar a telegrafia e impor-se como o novo modo de interação social, por permitir conversas diretas e respostas imediatas com a entonação de voz necessária para transmitir os sentimentos – uma pequena revolução cultural. É ilustrativa uma citação a esse respeito na mesma publicação do IEEE (Lebow, 1995, p. 30):

Não deixa de ser espantoso que um dispositivo tão simples como o telégrafo tenha tido efeito tão profundo, em tanto da sociedade do século dezenove. Talvez mais espantoso seja o fato de que esse telégrafo, que produziu tantas alterações no decurso de tão poucos anos, tenha sido eclipsado por outro dispositivo, o telefone, e que uma companhia de telecomunicações monopolista tenha sido eclipsada por outra. Tal é o poder da tecnologia. (t.n.i.)

O sistema telefônico conecta cada aparelho de assinante deste serviço, diretamente por um par de fios, a uma central telefônica local. Par a par, é construída uma rede em torno da central, que daí permite a comunicação rotineira entre todos os assinantes, dois a dois, sejam residências, escritórios ou locais de trabalho, pela conexão nessas centrais, *estações comutadoras* entre suas linhas. No início, o contato era feito por solicitação verbal, manualmente, pelas *telefonistas*, *operadoras*. Estruturado desta forma, o serviço telefônico visava principalmente as comunicações locais. O extenso sistema, formado assim por uma vasta rede de fios e cabos de transmissão e centrais de comutação, era administrado por uma *companhia telefônica*, dotada para tudo isso de complexa estrutura organizacional, a fim de dar conta das recorrentes instalações novas, mudanças, manutenção, projetos e ampliações do sistema, além de seu objetivo primeiro, a operação do sistema em atendimento contínuo dos usuários.

Já para as ligações mais distantes tornava-se necessária a conexão das centrais entre si, para compor rotas de transmissão interurbana. Adotando-se a tecnologia já desenvolvida para a telegrafia, surgiram exigências técnicas adicionais para tornar possível a transmissão também da voz a longas distâncias. As linhas telegráficas disponíveis haviam sido construídas com características técnicas muito menos rigorosas do que as necessárias para a telefonia, de modo que permitiam o contato por voz apenas a distâncias reduzidas. Mesmo assim, aquela tecnologia de construção de linhas aéreas em postes, enterradas ou submarinas, desenvolvida pela geração que descobriu o telégrafo elétrico, serviu de importante subsídio para a nova

engenharia de transmissão de sinais por fios e cabos, que tomaria seu lugar. De fato, quando da implantação dos primeiros sistemas telefônicos, a telegrafia já contava com extensa rede entre cidades, que pôde ser aproveitada, ainda que precariamente, para as incipientes comunicações por voz interurbanas. Décadas mais tarde, quando a telegrafia já passa a ser automática, a telefonia, em sentido oposto, é que passaria a servir de suporte para a transmissão telegráfica, dispondo para isso de novos recursos tecnológicos.

Um dos recursos característicos do sistema telefônico a facilitar a rápida difusão do telex foi o de possuir uma indispensável infraestrutura de rede urbana. Para os assinantes do novo serviço, bastaria solicitar à companhia telefônica uma *linha privativa* ou LP para a conexão à central telegráfica mais próxima. Rapidamente, o telex poderia estender o serviço telegráfico das centrais telegráficas aos escritórios das empresas, pois isto representaria apenas um detalhe adicional a ser atendido no gerenciamento da rede urbana local, no rol dos demais serviços da telefonia. Já para a criação de um serviço de telex urbano, seria necessário apenas contar com pares de fios disponíveis, normalmente já contidos nos cabos da rede urbana instalada, previstos para as expansões crescentes do sistema telefônico.

Desta forma, quando do surgimento do telex em meados do século XX, a transmissão telefônica já contava com uma série de novos recursos tecnológicos, que viabilizavam a transmissão simultânea de centenas, até poucos milhares de conversações telefônicas no mesmo meio físico. A *transmissão multiplexada*, cuja complexidade técnica era muito superior à da exigida pela telegrafia, permitia o melhor aproveitamento do mesmo meio físico de transmissão, fosse por pares de fios ou estes enfeixados em cabos, fosse por radiotransmissão, segundo diferentes técnicas adequadas a diferentes faixas de frequência de propagação. A técnica da multiplexação poderia ser em *frequência* e/ou no *tempo* de transmissão, de modo a transmitir simultaneamente os canais de voz; empregando a mesma técnica, um *canal telefônico* poderia comportar, em configuração típica, até 24 *canais telegráficos*. A relação de custos, quase proporcional à ocupação da faixa de transmissão (1/24), tornava a telegrafia e o telex meios alternativos de comunicação a custo muito inferior ao telefônico, uma vez que o item de maior peso no custo da conexão interurbana é, precisamente, o do canal de transmissão.

Entretanto, o emprego de linhas urbanas telefônicas pelo sistema de telex é apenas um dos pontos em comum entre os dois serviços. Outro, até mais importante, é o da utilização de toda a infraestrutura de transmissão telefônica interurbana e internacional que a telefonia passou a adotar: as centrais telefônicas, as normas técnicas comuns, o ensino técnico e a profissionalização, a organização das companhias operadoras de comunicações e a comercialização do sistema, para citar os mais destacados.

No Brasil

Após o início da telegrafia, grande foi o desenvolvimento da telefonia mundial, com a adoção sucessiva de renovadas tecnologias pelos poucos líderes mundiais que detinham essa indústria. No Brasil, no entanto, na década de 1960, a realidade era outra. Para os numerosos pretendentes ao serviço telefônico não havia sequer disponibilidade de linhas e cabos para a conexão. A demanda pelo serviço telefônico era muito superior à disponibilidade das quase mil empresas telefônicas, independentes em suas redes locais e sua administração, que atendiam a diferentes cidades e regiões no país, nem sequer interligadas. Havia filas de espera de alguns anos ao serviço pretendido – uma *assinatura da linha telefônica* – e a disputa por essas linhas elevou seu custo a valores intoleráveis. Para os assinantes da linha telefônica, realizar uma simples conexão urbana poderia durar minutos ou horas e as interurbanas, dias. A falta de conexão entre as empresas de telefonia, por razões históricas essencialmente locais e regionais, era superada por precários recursos de ligações via rádio. Isto tornava as comunicações à distância por telegrafia a opção muitas vezes preferida, exigindo recursos técnicos mais simples e oferecendo maior confiabilidade a custo menor. Descrevendo a situação do serviço telefônico da época, em seu relato autobiográfico, Rômulo Furtado¹⁷, corrobora (Furtado, 2004, p.42):

[...] para grandes distâncias – do Rio para qualquer outra capital, por exemplo – as transmissões eram via rádio em ondas curtas... Tinha-se de esperar horas para obter uma ligação. Para falar entre Rio e Belém, era preciso marcar a ligação com dias de antecedência. E ainda era necessário gritar muito para ser ouvido.

¹⁷ Secretário Geral do Ministério das Comunicações entre 1974 e 1990.

Desta forma, para que fosse possível a implantação de um sistema telegráfico urbano, como o que se pretendia, uma estruturação de todo um sistema de telecomunicações seria necessário a nível nacional, com todo o apoio político e econômico dos governos para isto. Uma obra gigante.

(e) O desenvolvimento da tecnologia

Enquanto isso, em outros países... Antes, durante e depois do início da telegrafia nos Estados Unidos, pesquisadores de várias nacionalidades vinham tentando incorporar as mais recentes conquistas da ciência, configuradas no domínio dos fenômenos eletrostáticos e eletromagnéticos, a uma forma de transmissão de informações à distância, fosse por texto ou por voz, mediante os mais engenhosos e sofisticados maquinismos elétricos e mecânicos. Observando o sucesso do concorrente Morse, que orientou sua criatividade no sentido exatamente oposto, para a simplicidade (Lebow, 1995, p. 8), os esforços dos inventores mudaram de rumo.

Mas a nova necessidade era a de dar conta do grande fluxo de serviços solicitados, limitados pelas poucas linhas telegráficas, que iam sendo construídas à medida das disponibilidades em cada país. A tecnologia, agora visando a demanda dos usuários e o lucro das gigantes empresas operadoras, deveria se concentrar em aumentar a rapidez nas transmissões, em obter maior eficiência no aproveitamento dessas linhas telegráficas e, ainda, reduzir a quantidade e qualificação dos profissionais necessárias para o serviço.

Teleimpressores

Com esse objetivo, máquinas de automação para a codificação na transmissão e a decodificação na recepção foram se sucedendo, umas superando outras. Complexos aparelhos, obras exemplares de mecânica fina, de precisão, próprias da relojoaria, permitiram não apenas substituir o toque manual do operador do telégrafo, como ainda a transmissão simultânea de várias mensagens, por apenas um par de fios. Grandes empresas internacionais constituídas para a oportunidade nascente de lucros vultosos, a exemplo da Western Union nos Estados Unidos, optavam por uma ou outra técnica e a tornavam sua proprietária. Códigos de

transmissão, transformando letras em furos em papel ou em sinais elétricos, disputavam vantagens na eficiência, na redução de erros de transmissão, no alcance a distâncias maiores, na facilidade de emprego, na simplificação dos mecanismos necessários (Bevan e Barradas, 1981, cap. 1.3 a 2.1).

Fig. 7: Teletipos militares

O foco dos construtores de novos mecanismos para a telegrafia eram as máquinas que, na transmissão, deveriam substituir o dedilhar dos operadores de telegrafia. Este, apesar de espantosamente rápido, desenvolvido por operadores ágeis que, na recepção, chegavam a entender diretamente as letras pelos sons do código Morse, e, assim, as palavras recebidas, era limitado¹⁸. Procurava-se, portanto, multiplicar a rapidez

e o uso das linhas telegráficas por transmissões múltiplas, simultâneas. Na década de 1920, fabricantes distintos, empresas potentes, concorriam no mercado com vários tipos de *terminais* telegráficos, cada qual com sua tecnologia própria, protegida por direitos. Produzidas mais intensamente na década de 1930, alguns adotaram o termo telex (TELEprinter EXchange) para essas máquinas, capazes de *interligar* assinantes do serviço, de forma automática. Para que essa conexão entre assinantes não dependesse da habilidade manual das operadoras nas centrais telegráficas, foram construídas as *centrais de comutação*, também automáticas e rápidas.

As centrais de comutação

Enquanto, na telefonia, são as centrais de comutação que basicamente dão origem ao serviço, por permitirem o intercâmbio de voz entre os assinantes da rede, na telegrafia elas apenas facilitam a conexão. No entanto, a tecnologia de comutação, embora diferindo entre os fabricantes das centrais, é a mesma para a telefonia e a telegrafia e igualmente baseada na

¹⁸ Chegava a 40 palavras por minuto – p.p.m., bem acima da própria capacidade de registro por escrita a mão ou datilográfica –30 p.p.m." (cf. Devan e Barradas, 1981, p. 34).

transmissão de pulsos do assinante que chama, gerados por sua discagem de números para identificar o assinante desejado. Então, com o surgimento das centrais telefônicas automáticas, assim acionadas pela discagem do assinante, a técnica expandiu-se para a telegrafia, que apresentou novo degrau de desenvolvimento, caracterizando o *telex*. Como nos telefones, a escolha do destinatário das mensagens era feita por meio da discagem nos próprios teleimpressores. Além disso, recursos de controle da transmissão e da recepção passaram a permitir aos assinantes um certo domínio da comunicação estabelecida.

Telex – a automação completa

Bem mais que a telegrafia convencional, esta ainda conhecida atualmente, de telegramas entregues em mãos, o telex distinguiu-se do modelo antecessor pela automação. Como vimos, equipamentos mecânicos e automáticos tornaram possível sua utilização sem aqueles operadores altamente especializados, os indispensáveis telegrafistas, tanto no manuseio dos terminais telegráficos manuais, que passaram a máquinas automáticas, quanto na realização manual das conexões da rede para atingir o destinatário, operação esta assumida pelas centrais de comutação, *centrais de telex*.

Fig. 8: Teleimpressora ASR 33

Como em outras ações globais de automação de serviços antes executados manualmente, o contingente de pessoal técnico desativado chegou a gerar um problema social considerável (Vieira Neto, 2000). A partir daí, muita coisa mudou na administração empresarial, porque sua operação, o uso diário do telex, era relativamente simples: de um lado havia a digitação, em teclado 'de máquina de escrever' (na

época inexistia o microcomputador, com seu teclado), da mensagem a ser transmitida, enquanto no terminal distante, destinatário, quase simultaneamente, a mensagem era impressa, caracter por caracter digitado. O papel, em bobina, permitia a impressão contínua na transmissão e na recepção. O emprego do mecanismo de transmissão arritmico, cuja cadência dependia dessa digitação manual, resultava em virtual imunidade a adulterações do texto por

terceiros durante a transmissão; além disso, contava com o remetente, o destinatário e o horário da transmissão identificados, conferindo grande confiabilidade ao sistema. Por isso mesmo, a impressão em papel próprio 'de telex' tornou-se bem conhecida e até aceita com valor de documento. Mesmo contando com todas estas funções, o terminal, totalmente mecânico, aparentava ser apenas uma máquina de escrever, ainda que um tanto volumosa, ruidosa e cara. Como etapa intermediária, na transmissão e também na recepção, possibilitava o registro em fita de papel perfurada, para a transmissão ou impressão posterior. Seu emprego era acessível até mesmo a empresas menores e permitia ser operado por uma secretária de escritório ou auxiliar administrativo, oferecendo recursos de comunicação rápida e interativa, nunca antes havidos na telegrafia.

Assim, em muitos aspectos, seu uso imitava o do telefone, este já disseminado mundialmente e inserido em nossa cultura, pois, a chamada ao destinatário era feita por simples discagem, diretamente, com resposta automática quase imediata, que surgia impressa nas duas máquinas, a do remetente e a do destinatário. Para tanto, estas teleimpressoras, chamadas de *teletipos*, eram equipadas com disco para a seleção do número chamado, como o era o telefone (mesmo na telefonia ainda não havia sido adotado o teclado numérico). A nova forma de transmissão e recepção, direta, de máquina a máquina, passou a ser amplamente empregada nas comunicações empresariais e institucionais em geral. Superava a telefonia em vários aspectos, por atender às necessidades de mensagens exatas nos detalhes, quer nos números, quer nos termos transmitidos, e constituía documentação válida, por ser impressa em papel. A telefonia, ao contrário, não costumava ser gravada, não dispondo de registro e dando margem a equívocos, pelo ruído que acompanhava a transmissão e as distorções da voz inerentes a deficiências técnicas na rede de fios e cabos, desastrosamente comuns. Nas comunicações internacionais, o telex facilitava a superação das barreiras linguísticas, por permitir a tradução pausada; ademais, solucionava os inconvenientes da incompatibilidade de fusos horários, por armazenar durante a noite, sem a presença de operador, as mensagens em papel a serem lidas durante o expediente seguinte. Pelas diferenças de fuso horário, por exemplo, as mensagens ao Japão, enviadas no fim do expediente diurno, recebiam resposta, já interpretada e atendida, na manhã seguinte. Além de tudo, constituíam meio de comunicação de custo muito menor do que o da conversação telefônica. Assim, na comunicação escrita

empresarial, o telex tornou-se um dos marcos distintivos da evolução da primeira para a segunda metade do século.

No Brasil, a história da Rede Nacional de Telex (RNTx) constitui apenas um dos capítulos da história, mais ampla, das telecomunicações. Sua implantação foi facilitada inicialmente graças à disponibilidade anterior de uma infraestrutura de telegrafia manual, cuja construção vinha desde os tempos do Império; esta, ainda que insatisfatória, era, contudo, suficiente para um início. Mais importante ainda, era haver na ocasião a consciência da necessidade inadiável de uma reorganização social, econômica e política das telecomunicações no país, a exigir vigorosa evolução e consolidação.

Como vimos, seria necessária a disponibilidade de uma extensa e eficiente rede *urbana* de fios ou cabos até as empresas interessadas, a partir das estações telegráficas já existentes, para tornar viável este novo telégrafo direto ao destinatário. Esta rede já havia na telefonia. Foi esta sua grande contribuição para o que viria a ser o telex. A telefonia tornou-se uma tecnologia resultante da telegrafia e passou a servir de sua infraestrutura de apoio. Na mesma rede, acompanhando as transmissões telefônicas, abria-se a disponibilidade para alguns canais telegráficos, que passaram a desempenhar, com melhor qualidade, o papel das antigas linhas telegráficas interurbanas de fios de cobre.

Deste modo, o sistema telefônico, mesmo que pouco denso, também contribuiu, assim como a existente rede telegráfica manual, para a consolidação do telex, dada a extensão de sua rede a empresas e instituições em geral. Caso exemplar de *cooptação* entre tecnologias, a rede telegráfica serviu para o início da telefonia e esta, por sua vez, facilitou a disseminação do Telex, como sistema estruturado, entre empresas e instituições.

(f) *A vontade política*

Dos fatores causais apontados em 4.(a), a vontade política foi fundamental, pois a tecnologia necessária já estava disponível e o país em condições de arcar com os investimentos necessários. Em toda a existência do Departamento de Correios e Telégrafos nada havia sido realizado à altura das urgentes necessidades para o crescimento do país. No dizer de Rômulo Furtado (2004, p.42),

O velho Departamento de Correios e Telégrafos, ineficiente, desmoralizado, cabide de empregos, a ponto de lhe serem transferidos os inativos da Rede Ferroviária Federal [...]

As alterações que as telecomunicações exigiam para alterar o quadro deplorável teriam de partir de uma revisão completa e profunda da legislação, então já em muito superada pela tecnologia, pelo desenvolvimento industrial, econômico e social. Década após década, eram elaborados estudos, apresentados anteprojetos e projetos ao Congresso Nacional, alguns até aprovados, faltando, porém, sua implementação efetiva. Os governos se sucediam de forma desordenada e a construção da infraestrutura nacional ia ficando para ocasiões futuras. A exemplo, valem as constatações de Hélio Silva e Cândido de Almeida (1998, p.19):

As telecomunicações constituíam - segundo diagnóstico do Plano Salte [...], plano de desenvolvimento elaborado pelo governo Dutra em 1948 - um dos pontos de estrangulamento do desenvolvimento nacional. No ano seguinte foi criada uma comissão mista, integrada por civis e militares, que recebeu a incumbência de elaborar o Projeto da Lei Básica de Telecomunicação.

O anteprojeto não chegou a ser apreciado pelo Legislativo. Mesmo destino tiveram outros projetos elaborados na década de 1950 [...] Ainda nesse decênio, o Estado Maior das Forças Armadas - EMFA organizou uma Comissão Permanente de Comunicação, revelando claramente a preocupação dos militares com a questão. [...]

Em 1959 o EMFA criou um grupo de estudos para elaborar o Plano Nacional de Telecomunicações [...].

Nem mesmo a iniciativa, já em 1962, de instalar no Brasil uma estação de comunicações via satélite, pode ser atribuída a alguma iniciativa de governo, porém à iniciativa privada. A telegrafia internacional, nessa época, era privatizada, por concessões outorgadas à Radional e à Radiobrás, com seus prazos de concessão chegando ao término. Talvez, por isso mesmo, como diz Rômulo:

As empresas queriam marcar posição, buscando exatamente criar condições para obter a renovação dessas concessões. A Radional pretendia implantar no Brasil uma estação de comunicações por satélite, que era o topo da tecnologia na época e ainda estava em fase experimental.

Ao mostrar que estava um passo à frente, em termos tecnológicos, ela esperava ter prioridade na renovação da concessão. (Furtado, 2004, p.36)

Segundo o relato de um historiador, o resultado no empreendimento foi um sucesso:

Em 12 de janeiro de 1963 era feita a primeira comunicação bilateral de voz e de teletipo entre a estação de Jacarepaguá e a de Nutley (Nova Jersey), sendo ouvida claramente na Inglaterra, França e Itália. O Brasil passava a integrar o grupo das 5 primeiras nações a estabelecerem comunicações através de satélites artificiais. (Brito, 1987, p. 40)

Apesar de ter sido lenta a marcha na elaboração do cenário das novas telecomunicações, os objetivos iam, aos poucos, sendo alcançados. O início pode ser observado na aprovação pelo Congresso Nacional do Código Brasileiro de Telecomunicações, em 1962. A seguir, estabelecida sua regulamentação em 1963, foi criado o CONTEL – Conselho Nacional de Telecomunicações, que absorveu a antiga Comissão Técnica do Rádio, com atribuições muito mais amplas de estabelecimento de normas para os sistemas e respectivos procedimentos técnicos, bem como da regulamentação dos serviços a serem prestados e dos equipamentos utilizados. De máxima importância ainda foi o estabelecimento de um Sistema Nacional de Telecomunicações, unificando todas as redes existentes e projetando as futuras. As conexões interestaduais passariam a ser operadas por uma Empresa Brasileira de Telecomunicações – EMBRATEL, cuja criação foi, no entanto, postergada, devido ao surgimento de mais uma reviravolta no poder do estado, o movimento militar de 1964.

Desde a antiguidade greco-romana as incipientes comunicações telegráficas visuais, por bandeiras, hastes ou luzes, tiveram sempre por objetivo inicial as comunicações militares ou de governo. Isto em pouco mudou na era atual. Portanto, era de se esperar também a compreensão dos governos militares que assumiam o controle do país, de que sistemas eficientes de comunicações, assim como de transporte, constituíam necessidades imperativas para o controle social centralizado e, por outro lado, também para o indispensável desenvolvimento da economia. O impulso desta recente ideologia era justificado enfaticamente por conceitos de Segurança Nacional. No dizer de Rômulo Furtado (2004, p.43),

É necessário, neste ponto, fazer menção especial ao importante papel desempenhado pelas Forças Armadas. Como decorrência mesmo de suas próprias missões e consequência da progressiva e intensa sofisticação dos equipamentos de que se utilizam, as Forças Armadas se constituíram pioneiramente, no Brasil, em instrumento de absorção e de desenvolvimento de tecnologia. Especialmente no domínio das telecomunicações, elemento essencial ao apoio de suas missões, coube a elas o exercício de papel destacado no País.

E observa (p. 44) como, duas décadas antes, já eram formadas as escolas de nível superior que dariam o suporte à nova tecnologia a ser implantada:

Por essa razão, os primeiros e importantes centros de formação de pessoal técnico de telecomunicações constituíram-se dentro das Forças Armadas, a exemplo da Escola Técnica do Exército, posteriormente transformada em Instituto Militar de Engenharia (IME), e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Era, pois, nova a vontade política para a edificação de um sistema de comunicações de dimensões continentais, destinado a manter o país sob controle e à altura de sua industrialização crescente. Os governos militares que se sucederam tinham a força centralizadora necessária, a legislação básica estabelecida, e o país já dispunha, então, de profissionais com a competência necessária.

Sucederam-se, desta vez com a rapidez suficiente, alterações magnas na estrutura, organização, documentação, competências, em toda a área das telecomunicações. As quase mil empresas telefônicas, locais e regionais, foram fundidas em quase uma por estado, tendo suas redes interligadas. Conexões interestaduais e internacionais novas foram sendo criadas e sua operação coube à Embratel, criada já em 1965. Posteriormente, a mesma assumiria, também, a operação de todo o sistema telegráfico, ainda sob a tutela do DCT – Departamento de Correios e Telégrafos. Dito com entusiasmo (Furtado, p. 43),

A Embratel mudou radicalmente esse panorama, com a instalação, em poucos anos, de uma extensa rede de comunicação de longa distância..., ligando todas as capitais e principais cidades brasileiras. Pela primeira vez, o Brasil passa a ter um eficaz instrumento de integração nacional.

Com este passado da telegrafia, algumas particularidades tornam a história do telex particularmente interessante para estudo. Procuraremos fazer sua apresentação de modo a facilitar uma análise posterior sob a perspectiva lakatosiana e observaremos que a evolução histórica do telex no Brasil, assim como aconteceu com o desenvolvimento das telecomunicações no mundo, ocorreu não somente por avanços ou saltos tecnológicos, como também por necessidades sociais, políticas e econômicas, podendo ser estas as dominantes.

5. O TELEX NACIONAL

(a) A situação no Brasil

Enquanto em âmbito mundial o terminal de telex – Teleprinter, teletypewriter (Newton, 1998), Fernschreiber – foi se afirmando aos poucos na década de 1930, até que grandes empresas assumissem sua fabricação maciça na década de 1950 (Siemens, Standard Electric, Olivetti/Ductel, Western Electric/AT&T) e o hábito se enraizasse na cultura da administração empresarial, no Brasil a iniciativa só pôde ser estabelecida em 1960. A rigor, já em 1953 a Siemens anunciava uma rede, porém restrita à Aeronáutica no Rio de Janeiro¹⁹. Só a partir de 1960 foi dado início, em âmbito nacional, a uma efetiva rede pública de telex, implantada pelo Departamento de Correios e Telégrafos – DCT, que seria mais tarde transformado na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – ECT, em 1969 (cf. Silva e Almeida, 1998, p. 38).

Em outubro de 1958, a Radiobrás inaugurou o serviço de comunicação por telex entre o Brasil e os Estados Unidos, estendido entre 1959 e 1961 à Argentina, Alemanha, França, Itália, Inglaterra e Japão. A rede nacional de telex foi implantada pelo Departamento de Correios e Telégrafos em 1960, ano da transferência da capital para Brasília. A finalidade da implantação da rede era atender às necessidades da administração federal, dividida na época entre o Rio e Brasília. (Silva e Almeida, 1998, p. 20)

As gritantes necessidades do mundo empresarial, porém, exigiam muito mais que essa rede incipiente. A partir de 1965, tal tarefa caberia à Embratel. Em seu relato retrospectivo de 1998, elaborado em clima de expectativa de sua privatização e valorativo de suas realizações, a mesma depõe sobre a situação encontrada no início da década de 1960:

A rede nacional de telex possuía pouco mais de 1.000 terminais. Os serviços de telégrafo eram de baixa qualidade, prestados por linhas obsoletas e onerosas e afetados por um déficit crônico. As ligações internacionais dependiam de um único cabo submarino, instalado em 1874, e dos circuitos de rádio em ondas curtas, operadas pelo antigo Departamento de Correios e

¹⁹ Inauguração da 1ª central automática de Telex da América do Sul, na Diretoria de Rotas Aéreas (cf. Wikipedia, 2010, verbete Siemens Ltda.).

Telégrafos e pelas empresas concessionárias Radional e Radiobrás, entre outros, com reduzido número de canais.

Essa situação quase caótica [...] (Silva e Almeida, 1998, p. 23)

As dificuldades estavam não apenas na disponibilidade de terminais, à época todos importados, mas também de linhas, quer telegráficas locais, por falta de suficientes cabos telefônicos nas ruas, com pares disponíveis para o atendimento dos pretendentes assinantes, quer interurbanas telegráficas ou telefônicas, estas a serem compartilhadas. Acresce a isso a falta de centrais de comutação. Era, portanto, imprescindível, além da importação de terminais telex, a implantação de todo um sistema de transmissão e de comutação de âmbito nacional.

(b) *Preparando os alicerces*

Antes disso, porém, diversos passos eram necessários para criar uma base legal e órgãos de governo suficientes para as diversas ações, quer de planejamento, de pesquisa e desenvolvimento tecnológico a nível nacional, quer para criação de um parque industrial, até então inexistente. Tais passos consistiram na aprovação, pelo Congresso Nacional, do Código Brasileiro de Telecomunicações (1962), prevendo a criação do Conselho Nacional de Telecomunicações – CONTEL (1963), com extensas incumbências, entre elas a da elaboração de um Plano Nacional de Telecomunicações, que deveria prever o atendimento urgente dessas necessidades.

O Código estabeleceu o princípio de um Sistema Nacional de Telecomunicações - SNT, conjunto de meios técnicos pelos quais seriam prestados os serviços, visando a unificação da rede em todo o território nacional. A competência da União para explorar diretamente os troncos do SNT - os serviços interestaduais - seria exercida através da criação de uma empresa pública, autônoma, organizada sob a forma de sociedade por ações, e de cujo capital só poderiam participar pessoas jurídicas de direito público interno, bancos e empresas governamentais. [...]

Os recursos da nova empresa - que viria a se denominar Empresa Brasileira de Telecomunicações, Embratel - [...]. (Silva e Almeida, 1998, p. 25-26)

(c) *Uma rede nacional – o governo militar*

A esta empresa, Embratel, caberia, já em 1965, a partir de suas primeiras atividades, o desenvolvimento de todo o sistema telegráfico nacional, além do da telefonia e transmissão de voz e imagens (TV), para a conexão estadual de todas as operadoras estaduais entre si e com os demais países. A tarefa impressionava pelo volume e responsabilidade.

A implantação do novo sistema de interconexão das quase mil empresas telefônicas então existentes entre si e com os sistemas mundiais deu-se no enfrentamento de dificuldades diversas, a iniciar políticas. Era preciso superá-las.

A grave situação das telecomunicações no Brasil em meados da década de 1960 tornava inadiável a execução do Plano Nacional de Telecomunicações sob pena se serem comprometidos alguns dos principais projetos do governo militar recém-instalado (Silva e Almeida, 1998, p. 35 – grifo nosso).

Por isso, a criação da Embratel sob o novo regime militar tornou-se emblemática, ao marcar a forma e a disposição do governo de intervir, até mesmo contrariando interesses das companhias estrangeiras, então operadoras, concessionárias.

As dificuldades técnicas já foram mencionadas. De parte da telegrafia, nessa época, o país dispunha apenas de “*um sistema telegráfico em linhas aéreas cortando o país em várias direções*” (Silva e Almeida, 1998, p. 51-52). Esta tecnologia, de fios de cobre em postes, era a mesma que vinha sendo adotada desde os tempos do Império e por Rondon ao assumir sua expansão. Era dessa forma que as incipientes comunicações por telex poderiam ser, então, viabilizadas; suas limitações eram superadas pela utilização, quando disponível, do sistema de transmissão telefônica, este em crescimento acelerado entre os grandes centros urbanos. Enquanto isso, as comunicações telegráficas internacionais (Europa e Estados Unidos) eram restritas àquelas realizadas por algumas, poucas, empresas privadas estrangeiras, concessionárias, que se serviam do cabo submarino e de uma precária transmissão por ondas curtas.

(d) *A nova Rede Nacional de Telex – RNTx*

Da mesma forma que a telefonia, o sistema público de telegrafia automática consta basicamente de três componentes: os *terminais* de telex, a rede de *transmissão* interligando estes terminais e as centrais de *comutação* para as conexões entre os assinantes.

Visando a construção desse complexo, a Embratel levou 9 anos para implantar o elemento essencial que evitaria o congestionamento do tráfego internacional: uma central de conexão, com capacidade para o atendimento do tráfego internacional. Observe-se que os terminais eletromecânicos – máquinas de telex – eram de custo elevado (equivalente ao de um automóvel), importadas, de fornecedores mundiais, tais como a Olivetti e a Siemens; além disso, o acesso a linhas privativas (LP) para interligá-las ao sistema público era extremamente difícil. Assim, em 1972, somente empresas de maior porte e com intensa correspondência internacional puderam ser atendidas por esse Centro Internacional do Rio de Janeiro, contribuindo para descongestionar o tráfego. Para a operadora, tratava-se de uma nova fase, a ponto de se referir então à “*nova Rede Nacional de Telex – RNTx*” (Silva e Almeida, 1998, p. 70), descrevendo (p. 56) :

[...] a Embratel assumiu a operação integral do tráfego telegráfico internacional automático e semi-automático de telex. [...] A operação dos serviços de telex resultou na expansão da rede nacional, que passou de 3 mil terminais, em 1969, [...].

... para cerca de 11 mil terminais em 1974, dois anos após a inauguração da central do Rio já com a ‘nova’ RNTx.

8.3 – CONFIGURAÇÃO DA REDE NACIONAL DE TELEX

A Fig. 8.3 mostra as localidades onde existem atualmente (1980) centrais da RNTx e também mostra a central telex internacional, localizada no Rio de Janeiro, por onde escoia todo o tráfego telex internacional.

Fig. 9: A Rede Nacional de Telex em 1980 (Bevan e Barradas, 1981, p. 800)

(e) *Ascensão e queda*

O desenvolvimento foi rápido e os resultados podem ser vistos pela quantidade de terminais de telex instalados (Silva e Almeida, 1998, p. 81):

em 1974	10.980 terminais
em 1975	11.850 terminais
em 1976	18.730 terminais
em 1977	19.050 terminais
em 1978	24.020 terminais
em 1979	38.320 terminais

É interessante observar como nesse mesmo período a telegrafia convencional decaiu, segundo a descrição da Embratel (Silva e Almeida, 1998, p. 87):

O serviço de telegrafia, diferentemente dos demais, apresentou movimento decrescente, justificado pela transferência da demanda para os serviços de telex, totalmente automatizados. Atingindo seu pico em 1974, com um tráfego de 691.146 mensagens, o serviço de telegrafia foi registrando uma queda progressiva atingindo, em 1979, um volume equivalente a 349.480 mensagens.

... isto é, o movimento telegráfico caiu para a metade em apenas 5 anos!

Já a década seguinte, a de 1980, apresenta novidade também para o setor de telex, à primeira vista extremamente positivas pelo desenvolvimento observado na quantidade de terminais instalados, como na década anterior:

em 1980	44.140 terminais
em 1982	65.518 terminais
em 1984	69.191 terminais
em 1986	88.196 terminais
em 1988	121.287 terminais
em 1989	135.563 terminais

Observa ainda a Embratel (p. 116):

O serviço de telex apresentou, igualmente, significativos ganhos em utilidade para seus usuários,

determinados tanto pela expansão da Rede Nacional de Telex, quanto por *facilidades integradas ao serviço*, como o acesso às bases de dados ligadas à Rede, *iniciado em 1985, com 125 bases*. [...] As localidades atendidas atingiram a marca de 2.537 no final do período, registrando-se um incremento de aproximadamente 90% em relação a 1980. O tráfego de telex também apresentou crescimento significativo: 720 milhões de minutos em 1989, contra 160 milhões em 1980.

Os grifos são nossos: exprimem como, em meio a uma euforia tecnológica de progresso, passam totalmente despercebidos os fatores que levarão à sua queda logo adiante, neste caso já na década seguinte. Isto se torna ainda mais interessante pelo fato de que no tráfego mundial isso já vinha ocorrendo. Era ocasionado pela substituição de algumas mensagens por *fax*, que acabara de surgir como novidade prática, simplificada, derivada do complexo fac-símile, há muito em uso em setores especializados, como o das agências de notícias jornalísticas:

O serviço internacional de telex registrou crescimento irregular ao longo do período. Entre 1980 e 1982, o volume de tráfego de telex passou de cerca de 14 milhões de minutos para 16 milhões, mantendo nessa mesma faixa em 1983. Entre 1984 e 1987 voltou a crescer, passando de 17 milhões para 20 milhões de minutos. Já nos anos seguintes, o tráfego de telex sofreu *uma queda significativa*, chegando a registrar, em 1989, 15 milhões de minutos. Esse decréscimo refletiu uma tendência observada mundialmente, justificada pela opção dos usuários internacionais dos serviços que possibilitassem *maiores facilidades* na transmissão das operações, como, por exemplo, o *fax* [...]. O número de países alcançados pelo serviço internacional de telex automático chegou a 156 no final da década, num crescimento da ordem de 10%, em relação a 1980." (Silva e Almeida, 1998, p.121-122, grifos nossos).

(f) A transmissão de dados

A informática havia se imposto desde os anos 1960, ainda que disponível apenas para grandes empresas e instituições. Então, na década de 1980 deu-se o início da 'transmissão de dados' no campo da informática: interligados os computadores por linhas e cabos adequados, possibilitando o processamento da informação de forma compartilhada entre eles e o transporte de grandes blocos dessa informação, de modo quase imediato. Os computadores eram de grande porte, alojados em gabinetes-armários, os *mainframes*. Até então, eram

independentes uns dos outros, não interligados, seus resultados sendo impressos em volumosos relatórios e distribuídos entre os departamentos de empresas, filiais, agências, por transporte terrestre e aéreo. Por outros meios de armazenamento, os dados digitais eram também distribuídos a outros Centros de Processamento de Dados – CPD's. Uma grande organização bancária, por exemplo, recebia *diariamente* todo o movimento bancário de cada uma de suas agências (que poderiam ser de algumas centenas, distribuídas em diversos estados e algumas no exterior), por algum meio de transporte, processava-as durante a noite e devolvia os dados processados às agências antes do início do expediente. Isto, evidentemente, exigia uma logística formidável, poderosa frota de carros, compreendendo por vezes o transporte duplicado do mesmo lote de dados, seguido por caminhos distintos, de modo a aumentar a indispensável confiabilidade do sistema.

Com o aperfeiçoamento e a difusão do telex, surgiu uma forma de entrada digitada de dados a partir das máquinas de telex e a saída de dados dos computadores impressa por essas máquinas, compreendendo ainda sua transmissão a grandes distâncias. Isto, até então, era totalmente inviável. Apesar de, nesse início da transmissão de dados, o telex ser lento demais para o gigantesco volume de dados a ser transmitido (cerca de 7 caracteres por segundo²⁰), a solução de superar distâncias parecia atraente. Entretanto, o telex, que nasceu para a telegrafia apenas, teria muito a ser aperfeiçoado para poder acompanhar em rapidez a tecnologia informática. O item *velocidade de transmissão* era fundamental, referindo-se à capacidade do sistema de transmitir quantidade de dados por unidade de tempo.

A transmissão de dados seguiu, inicialmente, a tecnologia já adotada para o telex, usando a infraestrutura oferecida pelo sistema telefônico. Enquanto isso, as necessidades de velocidades de transmissão entre os computadores foram sendo aumentadas gradativamente e, por outro lado, as técnicas de transmissão foram sendo aperfeiçoadas, visando a redução de erros, a imunidade a ruídos interferentes e, conseqüentemente, a maior velocidade e capacidade do sistema em interligar equipamentos. Aos poucos, foi sendo construída uma nova tecnologia, a da Transmissão de Dados digitais.

²⁰ Valor ilustrativo para uma utilização do código CCITT nº 2, de 5 momentos, comum na época, e transmissão arritmica a 50 bits/segundo (V. Bevan e Barradas, 1981, p 29 e 35 a 36). Equivale a algo como 7 Bytes/segundo, na terminologia atual).

Os dados estatísticos e o relato da operadora expostos acima, sobre o desempenho da telegrafia na década de 1980, mostram um aspecto de uso do telex já alterado de sua finalidade original de comunicação de simples mensagens. Convém recordar que uma das primeiras aplicações da telegrafia óptica na França foi justamente a de informar, com rapidez superior à dos correios então disponíveis, as cotações da bolsa de valores de Paris a alguns interessados mais ativos. Da mesma forma, o oferecimento de telex pela Embratel foi para imprimir relatos imediatos sobre a cotação e o movimento de ações e outras informações em teleimpressoras nos próprios escritórios dos assinantes, passando a servir de difusores de dados armazenados em grandes *bases de dados* e colocados à disposição dos interessados. Isto contribuía para incrementar a quantidade de terminais instalados e o tráfego da rede, de grande interesse comercial para a operadora. Ironicamente, esse mesmo desenvolvimento da informática e a transmissão de dados, que representaram o início de seu triste fim, são relatados com o otimismo da época:

Em 1981, a Embratel colocou à disposição dos usuários uma série de serviços internacionais de comunicação de dados. Em abril foi inaugurado o Airdata, [...].

Em dezembro de 1982 foi inaugurado o Interdata [...] a bancos de dados no exterior [...].

[...] em maio de 1983, foi o Findata. Destinado, principalmente, aos segmentos bancário e de comércio exterior, o serviço permitiu o acesso on-line [...] (Silva e Almeida, 1998, p.122).

(g) A indústria nascente

O desenvolvimento espantoso do telex motivou diversas iniciativas da indústria de telecomunicações, estas em crescimento já desde a década de 1960, voltadas principalmente às sempre progressivas necessidades da telefonia. O volume inesperado de terminais telex sendo instalados passaria a ser o maior do mundo, o que justificava qualquer iniciativa enquanto as máquinas eram todas importadas. Quanto ao desenvolvimento tecnológico, apesar de voltado mormente à telefonia, foram importantíssimas as contribuições do Centro

de Pesquisas e Desenvolvimento – CPqD da Telebrás ao clima de otimismo técnico reinante, visando a consolidação de uma indústria nacional autônoma e competente.

No caso do Telex, o resultado, no entanto, não correspondeu a esse possível otimismo. Algumas indústrias estavam em vias de iniciar a produção nacional de terminais quando a extinção da rede já estava próxima, daí a mais alguns anos. A iniciativa mais marcante foi a de um grupo de engenheiros brasileiros, formados pelo ITA, que constituíram a Equipamentos Eletrônicos, em Engenho de Dentro, RJ, e que viram no telex a oportunidade para uma indústria nacional nascente de terminais eletrônicos para competir com os importados, ainda eletro-mecânicos. Apesar do inicial sucesso do empreendimento, a empresa acabou sendo absorvida por uma multinacional, fornecedora tradicional de máquinas de telex, equipamentos de transmissão e centrais de comutação – a Siemens, que manteve a fabricação, contando para isso com outros fabricantes nacionais²¹. Convém, também, ser citada a Bematech, que apenas iniciou a fabricação de impressoras, em Curitiba (Almeida, 2008). Nessa época de intenso esforço pela nacionalização de produtos importados, compreendendo a produção de componentes para a montagem local de máquinas mais complexas, se economicamente viável, o Telex motivou o desenvolvimento de tais unidades em algumas indústrias, devendo ser lembrada a Digiponto, fabricante de teclados, no Rio de Janeiro.

(h) A Internet, o golpe final

A década seguinte, a de 1990 foi a última que ainda documenta o telex como realidade nacional:

Seguindo uma tendência mundial, já verificada na década de 80, o serviço de telex nacional registrou *significativa redução*, tanto no que se refere à quantidade de terminais, quanto ao tráfego das chamadas realizadas. Esses efeitos se fizeram sentir *em função da oferta crescente de novos e mais modernos serviços* na área de dados. (Silva e Almeida, 1998, p. 140 – grifo nosso)

A conclusão do mesmo parágrafo é, no mínimo, curiosa, dando entonação ao canto do cisne:

²¹ Depoimento, em 31.3.2008, do Eng. Samuel K. Konishi, ex-diretor da Digiponto, formada por outro grupo de engenheiros brasileiros, também formados pelo ITA, na época fornecedora de teclados para máquinas de telex e outros equipamentos.

Diante disso, a Embratel vem buscando administrar o serviço de telex, otimizando a Rede Nacional, implementando novas facilidades e ampliando a capacidade de conexão com outros serviços.

Comentário em trecho quase perdido (p. 145) no meio de tantos outros sobre os anos seguintes, como que de importância restrita, anuncia o início do fim:

Vale ainda registrar que, a partir de dezembro de 1994, a Embratel passou a oferecer, em caráter experimental, acesso direto a Internet, maior rede de computadores do mundo, para atender desde grandes corporações até os pequenos usuários. [...] Com o acesso a Internet, a Embratel pretende incentivar o desenvolvimento de um mercado brasileiro de provedores de serviços de informações, abrangendo hardware, softwares aplicativos, informações estruturadas e serviços de notícias.

Como se vê, nessa época o termo "Internet" ainda precisava ser explicado e detalhado aos leigos. Os resultados para o Telex constam do quadro final, em milhares de terminais instalados:

em 1990	142,8 terminais	
em 1991	151,9 terminais	<=
em 1993	114,2 terminais	
em 1995	100,4 terminais	
em 1997	36,2 terminais	

Assinalamos o máximo registrado. Observe-se, ainda, que dos terminais instalados nesse último ano do relatório, editado em 1998, os terminais em operação efetiva estavam reduzidos a meros 14,5 mil (p. 141).

O *tráfego* de telex internacional, indicado em milhões de minutos, apenas confirma a tendência, o decaimento:

em 1990	12,1
em 1991	8,6
em 1993	4,6
em 1995	2,9
em 1997	1,7

Na explanação assim feita, as atividades na engenharia de telecomunicações e, em particular, na Rede Nacional de Telex, surgem, à primeira vista, não só no Brasil como no mundo todo, atreladas ao desenvolvimento tecnológico e este, por sua vez, como que dirigido exclusivamente pelo progresso científico mundial. No entanto, com cuidado na observação e análise dos fatos históricos, pode-se reconhecer que no decorrer da implantação da engenharia no Brasil houve opções, houve disponibilidade de alternativas, quer dos produtos desejados, quer dos serviços prestados, como também ocorreram escolhas metodológicas. Todas foram objeto de debates, pressões políticas, disponibilidade ou não de recursos econômicos, opções por conforto, demanda por soluções mais ou menos viáveis de grupos sociais – sempre ocorreram decisões, convenções sociais. São estes aspectos que nos sugerem compararmos este processo, este desenvolvimento, com as “decisões metodológicas” a que se referiu Lakatos ao considerar a ciência.

6. LAKATOS NA CIÊNCIA E A TECNOLOGIA

Procuremos verificar se e como a metodologia e a estruturação das atividades na tecnologia e na engenharia são análogas às das atividades científicas. Como exposto, esperamos encontrar as possíveis semelhanças entre os modos de proceder no desenvolvimento da ciência, no da tecnologia e no da engenharia. Sendo um estudo restrito às metodologias envolvidas, não devemos incorrer na pretensão de buscar semelhanças ou cogitar de comparações entre a ciência e a tecnologia, entre as ciências empíricas e a engenharia. Estas já mereceram tratamento adequado por outros autores, como vimos na seção 3.(a): segundo Poser, diferenças e similitudes entre ciência e tecnologia conduzem a considerações de hermenêutica tecnológica e de interpretações. Não sendo o propósito de abordá-los aqui, manteremos nosso foco sobre os aspectos de metodologia.

Se bem que, face à proximidade entre as áreas em estudo, uma extensão dos conceitos lakatosianos à tecnologia possa parecer fácil ou até evidente, a escolha dos aspectos em que uma analogia metodológica entre elas é consistente não é trivial. O primeiro passo, e por isso mesmo o mais importante, será o de procurar estabelecer os possíveis pontos de correspondência entre os termos e conceitos empregados no mundo produtivo e os criados e adotados por Lakatos. Essa comparação com as atividades na tecnologia e engenharia exigirá, portanto, uma releitura da metodologia lakatosiana e, a cada passo, o exame da possível compatibilidade com a prática tecnológica e a produtiva.

No processo de desenvolvimento do telex, e, em especial da RNTx, da mesma forma que na tecnologia em geral, também é possível encontrar similitudes entre os movimentos de desenvolvimento, conflitos e esgotamento nele atuantes, com aqueles evidenciadas por Lakatos no desenvolvimento científico. No caso da RNTx, a tecnologia de telex disponível foi adotada, com aperfeiçoamentos sucessivos, na construção de uma rede de abrangência nacional para a prestação de determinado serviço. Examinadas as diversas etapas do *ciclo de vida* da Rede Nacional de Telex no Brasil, consubstanciadas por seu planejamento inicial, pelas decisões metodológicas, implantação progressiva da rede, a comercialização do serviço, a construção de um parque industrial para atender a demandas futuras, a operação e a manutenção do sistema implantado, é possível nele identificar os pontos de decisão

responsáveis pelo progresso, continuidade e extinção, para encontrar semelhanças com pontos correspondentes ao desenvolvimento científico.

(a) Os objetivos

Tanto a ciência, quanto a tecnologia e a engenharia o que visam senão resultados? Eis uma primeira analogia sugestiva para o estudo do método lakatosiano. Tal como a ciência, a engenharia também se empenha em obter soluções.

Por isso mesmo, a determinação dos objetivos de um e outro campo será um bom início para a tarefa. Caracterizar os objetivos, aquilo que move e justifica a ciência por um lado, a tecnologia e a engenharia por outro, parece fundamental. Adotando uma postura pragmática, a ambiguidade entre as inúmeras definições e finalidades atribuídas à ciência, debatidas por séculos pelos estudiosos, pode ser evitada. A despeito de controvérsias, como aquela entre os realistas e os antirrealistas (Rorty, 1998, p. 51-53), há consenso sobre o fato de que a ciência deve visar sempre o *progresso* do conhecimento, apesar da possibilidade de talvez não corresponder à realidade, tão inatingível, senão aproximadamente, como já mencionamos (p.17)..

Lakatos valoriza os objetivos da ciência (Lakatos, 2002, § 2):

"Conhecimento em latim é scientia e a ciência tornou-se o nome do mais respeitável gênero de conhecimento."

Antes disso, ele já havia iniciado sua MPPC (Lakatos, 1979, p.110) com as palavras :

"Durante séculos, o conhecimento significou conhecimento provado [...]. A sabedoria e a integridade intelectual exigiam que o homem [...] minimizasse, até em pensamento, o hiato existente entre a especulação e o conhecimento estabelecido."

Conduzida por estas 'sabedoria e a integridade intelectual', a ciência visa o conhecimento, tem por objetivo obter *teorias* explicativas dos fenômenos naturais, que permitam previsões a seu respeito; estas, conduzirão ao domínio de tais fenômenos e seu emprego, objetivos por sua vez da tecnologia e da engenharia. A ciência visa o conhecimento

e sua realização é uma *atividade*. Realizando seu objetivo de obter *previsões* dos fenômenos, *mantém a pesquisa* realizada pela comunidade envolvida.

Sob este enfoque, o estudo da atividade industrial conduz a conclusões análogas às da atividade científica. Declaradamente, a indústria visa os produtos e serviços vendidos, com a satisfação de seus compradores, de modo a assegurar a continuidade do empreendimento. Sua administração guia-se por esses objetivos. Observamos a analogia com a ciência, já que, como outras, é uma atividade humana, fiel a seus objetivos.

Etapas iniciais

Assim como as atividades científicas se iniciam por uma *concepção* inicial de uma teoria e seus objetivos, também a tecnologia e a engenharia partem de uma concepção do empreendimento. Da mesma forma ainda, a rede de telex se iniciou, como descrito em 5.(a), pela busca de uma solução rápida para a drástica falta de telecomunicações no País. Havia pressão política, principalmente pelos aspectos econômico e de governo, exigindo uma solução a um tempo urgente e ampla. A implantação de uma rede de telex poderia atender a esse objetivo em prazo menor e de forma mais adequada do que uma ampliação do sistema telefônico; de fato, este representou uma solução competidora, rival.

Concluída a concepção básica, quer de uma teoria e pesquisa associada, quer do empreendimento produtivo, a etapa seguinte considera, por um lado, o *esboço* da teoria e da pesquisa desejados e, por outro, na engenharia, o *projeto e o desenvolvimento* de um modelo industrial, um *protótipo*. Na engenharia os protótipos são a etapa intermediária entre o projeto teórico e o produto acabado. Os protótipos são os modelos industriais de produtos a serem fabricados ou dos serviços a serem prestados. Caso típico são os 'protótipos', de produtos industriais. Encontramos um bom exemplo industrial nos "carros-conceito", "modelos", exibidos nas feiras de automóveis, que apresentam as soluções oferecidas para sucesso no mercado consumidor. Na prestação de serviços, poderá estar sob a forma de um *manual* ou norma *padrão de procedimentos*. No Telex, adotada esta solução, passou-se à implantação do serviço, viabilizado pela engenharia correspondente: a aquisição e produção de bens (máquinas teleimpressoras, construção de redes, aquisição de centros de comutação) e sua implantação.

De forma esquemática, estas atividades iniciais podem ser resumidas em:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Esboço inicial da teoria e da pesquisa	Métodos de cálculo e de obtenção de recursos e dispositivos	Projeto e desenvolvimento de modelo industrial – protótipo	A construção da Rede Nacional de Telex

Os objetivos

Visando seus objetivos, enquanto as teorias científicas procuram explicações e previsões sobre objetos e fenômenos da natureza, na tecnologia procura-se o controle, o domínio efetivo e prático desses fenômenos e a elaboração de dispositivos tecnológicos – são as *soluções* tecnológicas, cujo desenvolvimento posterior deverá levar a um recurso tecnológico ou dispositivo, um modo prático de realizar algo para ser utilizado em outra área. Correspondentemente, na engenharia objetiva-se a realização de uma obra, a fabricação seriada de um produto, o fornecimento continuado de um serviço.

Para esta analogia, observada entre os objetivos da ciência, na busca de teorias científicas com explicações e previsões sobre objetos e fenômenos da natureza, os da tecnologia, ao visar o domínio de determinado fenômeno, e os da engenharia, de oferecer produtos e serviços à disposição dos usuários, encontramos exemplos, como acima, na indústria automobilística, com a série de carros oferecidos à venda e no do Telex na entrega de mensagens escritas, de forma fácil e rápida, automática.

Em resumo,

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Teoria, modelo teórico de previsão de fenômenos	Procedimentos e recursos tecnológicos; dispositivos	Série de produtos / Serviço universalizado	Entrega de mensagens mecanizada, automática

Ressaltando os conceitos que Lakatos analisa,

Teoria, modelo teórico ↔ Dispositivos, produtos e serviços

(b) O âmbito

Enquanto a ciência, até o século XX, esteve caracterizada por certas peculiaridades regionais, diferenciada principalmente pelos idiomas empregados, em intensidade bem maior que atualmente, e tendo limitado o intercâmbio e a difusão de documentos, a ciência contemporânea geral, aquela não restringida por interesses privados ou públicos, beneficiou-se da superação de tais barreiras, tendo passado gradativamente a um ambiente científico globalizado. Foi sobre esse *ambiente científico global* que Lakatos conduziu suas observações. Estas contemplam, igualmente, aquelas atividades de desenvolvimento científico, que, mesmo sendo de âmbito e interesse global, podem estar dedicadas a situações locais, tais como a antropologia, a geologia e a biologia.

O desenvolvimento tecnológico sofre as mesmas dificuldades, linguísticas e de transposição de distâncias, se bem que neste as limitações apontadas acima se reduzem ao custo do transporte de bens, o que facilita o exercício de mercado globalizado. Além disso, o produto negociado e a moeda constituem uma linguagem de intercâmbio entendida por todos, restringindo as tendências à regionalização. Por outro lado, porém, os parques produtores nacionais protegem seus interesses próprios de produção e consumo, criando-se barreiras ao intercâmbio de produtos. Assim, mercados consumidores regionais e locais são marcados por características específicas, constituindo obstáculos à produção e comércio global. Então, por estes aspectos, a par da semelhança, observamos também certas diferenças entre a ciência e suas aplicações tecnológicas, dada essa regionalização no âmbito em que se exercem. No exemplo citado da indústria automobilística encontramos uma forte tendência à globalização, em contraposição à fabricação local em alguns países. No exemplo oposto, a indústria do vestuário e a de alimentos são propensas a serem regionais e locais.

Por sua vez, a comunicação telegráfica teve vários inícios regionais, como o foram a telegrafia óptica na França e a telegrafia elétrica nos Estados Unidos. Todavia, por sua própria

natureza, destinada à superação das concentrações locais, em pouco tempo ensejou a formação de importante rede telegráfica internacional, como visto em 4.(b), que, pela mecanização e automação, serviu para a formação da extensa e abrangente rede de telex internacional.

De forma esquemática, temos:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Ciência globalizada	Mercados consumidores global / regionais / locais	Mercados consumidores global / regionais / locais	Redes de telex regionais e internacional

de forma resumida:

Ciência globalizada ↔ Mercados consumidores global / regionais / locais

(c) *A continuidade*

Talvez seja esta a característica mais importante do pensar lakatosiano sobre as atividades científicas: como elas se mantêm atuantes, quase perenemente, isto assegurando às teorias estarem em sucessão, ligadas por uma continuidade. Em virtude disso, no estudo de suas *estruturas*, Lakatos prefere, ao invés de denominá-las de *séries de teorias*, adotar a expressão de *programas de pesquisa*, atribuindo-lhes características mais complexas do que simples teorias isoladas ou sucessão delas:

É uma sucessão de teorias e não uma teoria determinada que se avalia como científica ou pseudo-científica. Mas os elementos dessa série de teorias costumam estar ligados por uma notável continuidade, que os solda em programas de pesquisa. Essa continuidade [...] desempenha um papel vital na história da ciência; os principais problemas da lógica da descoberta só podem ser satisfatoriamente discutidos na estrutura de uma metodologia dos programas de pesquisa. (1979, p.161)

Foi este o título que adotou para seu trabalho. Esta visão de continuidade, como as teorias se sucedem, pode abranger movimentos científicos mais amplos. Como observou (Lakatos, 1979, p.162), pode mesmo estender-se à ciência como um todo:

A própria ciência como um todo pode ser considerada um imenso programa de pesquisa com a suprema regra heurística de Popper: "arquitetar conjecturas que tenham maior conteúdo empírico do que as predecessoras"

A própria descrição na MPPC, da evolução dos conceitos, das metateorias sobre a ciência, pode ser tomada como um exemplo ilustrativo, como já citado (p. 15) (Bezerra, 2004, p. 209, nota 2).

Também neste aspecto, os programas de pesquisa científica têm muito em comum com as linhas de um desenvolvimento tecnológico estabelecido de antemão por um laboratório ou instituição. Nas atividades produtivas da tecnologia e da engenharia, não só é possível identificar e avaliar linhas contínuas de desenvolvimento tecnológico e de progresso, como essa continuidade lhes é essencial. Entende-se como óbvia a necessidade de sua permanência, da perenidade do parque industrial. Da mesma forma que os programas de pesquisa na ciência, um *plano de ação* – 'business plan' – deve estabelecer as garantias de sua continuidade futura. As grandes descobertas tecnológicas se sucedem, técnicas de engenharia novas suplantam as anteriores, os métodos produtivos evoluem constantemente. Algumas tecnologias encontram em seu desenvolvimento etapas ou fases de progresso, de edições de tecnologia aperfeiçoada, ou *gerações*, cujo exemplo típico é o dos chips de microprocessadores, e o mais evidente o dos telefones celulares, ambos marcados por 'gerações' de desenvolvimento. Conhecidos são, também, os exemplos na indústria automobilística, onde periodicamente são editadas novas *versões* do mesmo produto básico – o automóvel –, neste caso apenas visando atrair mais interesse para seu produto, mesmo sem apresentar inovação tecnológica relevante, senão aparente, assegurando, porém, a continuidade do negócio, a de vender os carros. Nas atividades de serviços, da mesma forma, é fácil localizar exemplos, tais como determinados procedimentos cirúrgicos, que se superam constantemente. Desta forma, a teorias capazes de fornecer previsões de fenômenos, em constante evolução, pode-se fazer corresponder versões tecnológicas e versões de produtos ou serviços, também em evolução permanente, umas substituindo outras.

No âmbito das telecomunicações, podemos lembrar outro exemplo, o do desenvolvimento na Telebrás, por seu Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CpqD), das centrais de comutação telefônica de programa armazenado (CPA) – 'centrais Trópico', visando criar independência tecnológica do país em telefonia, então detida por pequeno grupo de empresas mundiais, em apenas seis países. O longo programa de pesquisa, com sua heurística positiva e negativa, que veremos como sua *estratégia*, na seção 6.(f), teve de ser cuidadosamente elaborado, mesmo porque se tratava, nessa área, do maior projeto de desenvolvimento tecnológico no país.

A vida útil do Telex, de quase 40 anos, foi o resultado da fusão de tecnologias, já por si complexas, e pode ser considerado como o correspondente a um programa de pesquisa. Durante sua evolução, que não apresentou grandes saltos tecnológicos, cada ramo – a transmissão, a comutação e os terminais – participou com uma série de aperfeiçoamentos, de modo que o resultado era gradualmente *progressivo*. Podemos, com o intuito de ilustrar a correspondência à visão lakatosiana, citar itens importantes como a introdução dos *terminais* parcialmente *eletrônicos*, as centrais de comutação '*inteligentes*' e o aumento da capacidade dos mecanismos de transmissão multiplexada, que deram origem aos sucessivos acréscimos na velocidade de transmissão.

Pode-se, portanto, concluir que:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Programas de pesquisa, sucessão de teorias	Gerações sucessivas de certa tecnologia	Versões sucessivas de modelo do produto ou da prestação de serviço	Gerações sucessivas de centros de comutação, de teleimpressoras, de mecanismos de transmissão

ou, simplesmente:

Sucessão de teorias ↔ Gerações da tecnologia, de versões de modelos industriais

(d) Os agentes e sua estruturação

Para confirmar a continuidade vista acima, não é necessário detalhar muito os esforços que as instituições de pesquisa tecnológica, as empresas de engenharia, indústrias e os

conglomerados empresariais realizam para manterem ativa a *organização e o grupo humano* neles empenhado. Mantêm-se unidos até mesmo por solidariedade. Ora, não será este o mesmo *espírito de um grupo* de pesquisas da ciência? Quando se relatam as atividades de um cientista famoso, sabemos que ele não está só, há um grupo que o acompanha, dá-lhe apoio, dele depende profissionalmente. Teremos de voltar ao tema nos aspectos da competição, em 6.(h) e nos aspectos éticos e humanos em 6.(j), importantíssimos, se bem que não abordados por Lakatos. Suas considerações na MPPC abrangem apenas a fidelidade do cientista a um programa de pesquisa teórico, apesar de seu passado ideológico deixar clara a sensibilidade para o humano e o social, como já comentado no início (p. 19).

A tendência a manter o comando e a continuidade de uma atividade verifica-se igualmente com o 'capitão da indústria' e dá-se o mesmo em um departamento de pesquisas tecnológicas, aliás, em qualquer instituição humana: ela deseja manter-se eterna, sob sua bandeira exibindo um logotipo, sua marca. Ao realizar a fabricação de produtos vários, ao diversificar suas obras, seus serviços, sempre o faz com o intuito de assegurar o crescimento do grupo humano envolvido, mesmo que substituindo algumas pessoas. Há garantias de fidelidade recíproca entre os participantes, organização econômica coesa. Devem sobreviver a marca, a instituição, o capital envolvido por seus acionistas ou, em empresas de porte mínimo, o simples agrupamento de sócios ou familiar.

Estudando os *objetivos* em 6.(a), vimos a correspondência entre as teorias e os resultados obtidos, os recursos tecnológicos e, na engenharia, as séries de produtos e de serviços. Agora, por coerência, na análise da *estruturação* das atividades, científicas por um lado e as produtivas por outro, podemos facilmente reconhecer que aos lados humano e material de um *programa de pesquisa* corresponde uma instituição, uma empresa.

E no Telex? Visando a estruturação e implantação da RNTx, o governo brasileiro atribuiu à Empresa de Correios e Telégrafos – ECT e, dois anos depois, à recém constituída Embratel do Grupo Telebrás, a tarefa de construir uma rede automatizada. A empresa estruturou-se rapidamente, de modo a contar, já em 1972 com 4.636 empregados e em 1998 divulgava a relação dos "*24.000 empregados que construíram a Embratel*" até o ano anterior (Silva e Almeida, p. 171).

De um modo esquemático, podemos concluir pela correspondência, quanto aos agentes e seus *aspectos humanos*, em cada uma das áreas, bem como quanto aos *aspectos materiais*, sua estruturação:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Cientistas: trabalhos de observação, estudo teórico, experimentação	Inventores, pesquisadores: desenvolvimento tecnológico	Projetistas, planejadores e produtores de bens e serviços	A equipe dos Correios, depois um contingente da Embratel
Espaço produtivo, organização, administração humana	Instituição de pesquisa e desenvolvimento	Empresa produtora ou prestadora de serviços	Empresa operadora do sistema de telex nacional

ou, resumidamente:

Grupo de cientistas ↔ Inventores / produtores

Programa de pesquisa ↔ Instituição de desenvolvimento / empresa produtora

(e) *A integridade do programa*

Esboçado já de *princípio* o programa da pesquisa científica, por decisão metodológica dos envolvidos, uma *convenção* no dizer de Lakatos, aquilo que deverá constituir o *núcleo* efetivo do programa, inquestionável, também chamado de "núcleo duro" (hard core), será o que deverá resistir à investida dos testes experimentais a serem executados. Irrefutável, não deverá ser alterado por questionamentos externos nem por resultados aparentemente contrários desses experimentos, ou por ataques de teorias rivais, que significariam a falha do programa de pesquisa. O conceito não equivale bem ao do paradigma kuhniano, pois este é adotado por convicção dos cientistas de uma certa tendência, dispensa convenção, o consenso formando-se com o passar do tempo e a rigidez em sua defesa também, quase correspondendo a uma ideologia.

A este núcleo duro lakatosiano pode-se fazer corresponder o *conceito básico* de determinada solução tecnológica, o *conceito-mãe* do produto industrial, obra ou do serviço prestado. Eles são objeto de patentes, dispõem de proteção jurídica, sigilo, legislação protetora dos direitos adquiridos por seu desenvolvimento. Como os produtos têm uma *vida útil*, trata-se de acontecimento no tempo. Quando um produto seu chega a seu fim, a

instituição o substitui, com rapidez, para manter o conceito. Este é o que valoriza a instituição que o possui e o cultua. O núcleo duro a corresponder ao conceito lakatosiano não é a instituição, mas o *conceito* de seu produto. Este seu núcleo, defendido, irredutível – visa impor a eternidade do nome da instituição, sua solidez econômica. Se a tecnologia concorrente vencer, se o produto for sobrepujado por outros, se o serviço prestado se mostrar superado, antiquado, poderá ser necessário substituí-lo, assim como poderá ser substituída uma teoria. Mantém-se, porém, o conceito e com ele a instituição, que pode adotar outro produto, com algum sacrifício, assim como é penoso o abandono de uma teoria outrora promissora. Aqui também valem as observações que Lakatos destaca para a ciência: o produto pode voltar a ser aceito mais tarde, por algum modismo até. Alguma ineficiência de um produto, um serviço, sua pode ser contornada por uma publicidade adequada, para tornar o bem aceito pelo mercado. Retornaremos a isto, ao abordarmos a heurística negativa.

Assim, em correspondência à figura de núcleo duro na ciência, é encontrado nos empreendimentos produtivos o *conceito* de produto ou serviço. Para ilustrar, podemos tomar a indústria automobilística, que desenvolve um 'carro-conceito', não apenas protótipo da série a ser produzida, mas planejado para ser um *programa de fabricação*, encorpando alguns pontos *básicos* que caracterizarão os diversos modelos sucessivos e que o distinguirão dos demais. A exemplo, pode-se lembrar o primeiro modelo do Volkswagen, elaborado por Porsche, cujos pontos característicos fundamentais foram mantidos por sete décadas. Manteve um paradigma – a refrigeração dos motores a ar – com ampla publicidade quanto às vantagens sobre os motores convencionais concorrentes, refrigerados a água, quando estes não eram ainda adaptados ao clima tropical, e 'ferviam' quando sobrecarregados. Nessa época era comum, na pista de subida da Via Anchieta de Santos a São Paulo, serem encontrados carros parados à beira da estrada, devido ao superaquecimento. Então, a publicidade convencia pelo lema: "Volkswagen! – porque o ar não ferve".

Por sua vez, a telegrafia em geral tem por *objetivo* a *transmissão de mensagens escritas* rápida, instantânea. Seu *núcleo* poderá ser o da transmissão óptica, da transmissão elétrica ou outra, modos esses associados a determinadas soluções técnicas que as caracterizam. De fato, em cada uma das variantes da telegrafia pode-se identificar um núcleo próprio, caracterizado pela tecnologia empregada: a sinalização luminosa de certo tipo, o emprego da posição de bandeiras ou braços semaforicos, a transmissão eletrostática. Estes

modos de realização da transmissão constituem o cerne tecnológico do processo e são suas características inalienáveis, assim como, em uma sucessão de teorias científicas, há teses definidas, que não podem ser substituídas sem descaracterizá-las, abolindo a respectiva teoria.

Como são encontrados estes mesmos aspectos no programa no Telex? Qual teria sido o cerne da Rede Nacional de Telex? Devemos considerar, na época, os objetivos do governo militar. Qual foi o objetivo central da grande importância dada pelo governo às telecomunicações?

Não costuma ser questionado o fato de que esse objetivo, a meta final, tida como envolvendo até mesmo a Segurança Nacional, era o de evitar que a inexistência de comunicações empresariais mínimas pudesse tornar-se um empecilho ao desenvolvimento econômico, social e político do país, como de fato estava ocorrendo. Concluiu-se que o modo mais rápido e menos complexo, era o de recorrer ao telex, por sua robustez e simplicidade na implantação. O Telex, como sistema integrado de uma rede nacional, tornou-se a idéia central, uma solução e, com o passar do tempo, tornou-se hábito empresarial.

Se o que constitui o núcleo tecnológico da *telegrafia* pode ser afirmado como sendo a transmissão de mensagens escritas, para o *telex* é o da transmissão dessas mensagens de forma *automática*, tanto na transmissão, quanto na recepção, entregues em papel próprio, com identificação do remetente, à prova de adulterações. O importante é ser automática, sem operador intermediário, em papel padronizado, a transmissão operada apenas pelo assinante, inviabilizando tecnicamente alguma adulteração. Foi possível observar como este núcleo central se mostrou eficiente: um conceito de engenharia, constituído pela própria constituição da rede e sua operação, culminou como sendo a maior do mundo, a ponto de ter-se tornado um paradigma de comunicações empresariais e em inúmeras aplicações substituindo o telefone, enquanto este era falho, raro e ineficaz.

Resumindo, o conceito nuclear na ciência e nas atividades produtivas:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
O núcleo (duro) do programa de pesquisas / o paradigma estabelecido	Cerne tecnológico do processo	Conceito de produto ou serviço	Automação das mensagens

ou, de modo mais simples:

(f) A estratégia

De modo semelhante às ciências, a metodologia na engenharia, ao descrever os modos de proceder, é fundamental, e só aparentemente difere daquelas. Para as ciências, enquanto muitos focam sua atenção sobre a correspondência entre o conteúdo das teorias e os fenômenos observados, Lakatos, como vimos (p. 17), contrapõe outra abordagem, a metodológica, com esse mesmo objetivo, atribuindo a isso a denominação de *heurística*. Os programas de pesquisa, ao serem configurados por consenso entre os cientistas envolvidos, já de princípio são acompanhados de uma forma de ação, uma heurística, consistindo em um conjunto de regras e métodos para assegurar sua continuidade e vida própria. Em comparação, a metodologia nas atividades produtivas também é sempre considerada essencial. Objetivando-se rigoroso planejamento e controle das atividades, já a partir do estabelecimento inicial das metas, o objetivo é sempre o da obtenção de mais e melhores resultados, sejam de produtos ou de serviços, mesmo porque não há o equivalente a uma 'verdade científica' a ser procurada. Visa-se e controla-se, com rigor, todo o dispêndio de recursos, tais como o tempo empregado, os bens materiais utilizados e consumidos, as pessoas, recursos humanos envolvidos, compromissos sociais, o atendimento de valores humanos e outros. Mesmo havendo várias acepções para o termo 'metodologia' nas atividades produtivas e na tecnologia, isso não chega a dificultar nosso estudo.

Na ciência, a expressão 'metodologia' tornou-se ambígua. Lakatos deu o sentido de *lógica da descoberta* a regras para a aceitação ou rejeição de teorias ou programas de pesquisa. Como ele observou mais tarde, após a publicação da MPPC, estas regras têm a *dupla* função de servirem para "*um código inviolável de honestidade científica e outro, de núcleo de teorias e programas de pesquisa historiográficos (normativos)*" (1984, p. 103). A fim de desfazer a ambiguidade existente, considerou a 'metodologia' na ciência moderna ou a '*lógica da reconstrução*', como sendo *normativa*, no sentido de constituir apenas um conjunto de normas para a *avaliação* das teorias existentes, concluídas, articuladas (1984 [1978], p. 103):

Há várias metodologias em voga na filosofia da ciência contemporânea; no entanto, elas são, todas, muito diferentes do que era entendido por metodologia no século XVII ou mesmo XVIII. Na época esperava-se que as metodologias dotassem os cientistas com a mecânica de um livro de regras para solucionar problemas. Espero que isso tenha sido abandonado: metodologias modernas ou 'lógicas da descoberta' consistem meramente em um conjunto de [...] regras para a *avaliação* de teorias prontas, articuladas. (t.n.i.)

Na nota 1, relacionada, Lakatos ressalva:

Isto constitui um desvio da maior importância na filosofia da ciência. O termo 'normativo' não mais significa regras para serem obtidas soluções, senão meramente orientações para a avaliação de soluções já disponíveis. Assim, metodologia é destacada de *heurística*, um tanto como julgamentos de valores o são de enunciados 'deve ser'. (t.n.i.)

De uso corrente na tecnologia e na engenharia, a designação 'metodologia' costuma ser empregada com o sentido de programação das atividades e relacionada à organização dos trabalhos e é o sentido que Lakatos atribui à metodologia na ciência dos séculos XVII e XVIII. Já a *heurística* dos programas de pesquisa, positiva e negativa, analisada na MPPC, tem sentido diferente e seria melhor tomada como sendo a correspondente ao *planejamento estratégico* empresarial, compreendendo, nas instituições produtivas, os recursos disponíveis, as opções de mercado a serem assumidas, as de escolha da tecnologia a elaborar e adotar, dos produtos a desenvolver.

A heurística

Então, segundo o conceito comum de heurística, o de consistir em um conjunto de regras e métodos para assegurar a continuidade e vida própria de uma teoria, o mesmo que o considerado por Lakatos, é possível a extensão deste conceito à tecnologia e à produção, áreas em que as conquistas são rigorosa e constantemente avaliadas e os novos resultados comparados com os anteriores e os dos concorrentes. Os resultados são cotejados pelo que fora planejado. O *planejamento* costuma ser formalizado em *planos de trabalho*. Assim é que

nas empresas de grande porte é usual e nas menores é recomendada a elaboração de um plano do empreendimento visado, um *plano do negócio* (business plan), ferramenta indispensável de gerenciamento. O 'business plan' é o que, se merecer credibilidade, por si só estabelecerá o valor de mercado da empresa, indispensável em casos de fusões ou aquisições por outras.

Para o sistema Telex, o planejamento germinou no Estado maior das Forças Armadas – EMFA. Este constituiu, em 1959, um grupo de *estudos* das futuras telecomunicações do país para elaborar o *Plano* Nacional de Telecomunicações e couberam à Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – ECT os primeiros passos e à Embratel a elaboração dos *projetos* para a consecução do empreendimento.

Concluindo, o aspecto de interesse neste ponto é a correspondência:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Heurística	Planejamento da pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas	Planejamento empresarial	Plano Nacional de Telecomunicações / Planejamento do Telex

ou, simplesmente:

Heurística na ciência ↔ Planejamento, planos de trabalho

A heurística negativa, o cinto de proteção

As regras metodológicas devem assegurar uma defesa do programa de pesquisa, estas constituindo sua *heurística negativa*, da qual faz parte a determinação, contra quaisquer anomalias que venham a se apresentar, "*para a articular ou mesmo inventar 'hipóteses auxiliares'* " (Lakatos, 1979, p.163): recursos para explicar essas eventuais anomalias, se estas vierem a surgir no emprego de determinado modelo científico. Este conjunto de hipóteses e explicações constitui seu *cinto de proteção*, estabelecido por convenção entre os membros do grupo de cientistas envolvidos. São, assim, fixadas as hipóteses que constituirão o cinto de proteção do programa de pesquisa, este sim, o que pode ser alterado. Suas condições iniciais, as hipóteses auxiliares, tudo isso poderá ser corrigido, oportunamente modificado, quando novas anomalias se apresentarem, a fim de se manter o núcleo intacto.

Similarmente nas empresas, o modelo de produto ou serviço ou uma solução tecnológica pode não satisfazer em algum ponto, pode apresentar deficiências, efeitos indesejáveis ou não previstos e, em alguns aspectos, ferir o ambiente, a saúde, a moral, não atender à legislação em vigor, a estética ou o bom gosto. Nestes casos, rapidamente são encontradas soluções que blindam o conceito contra as críticas e os ataques adversos. São encontradas explicações, interpretações, comparações, é desenvolvido todo um trabalho para assegurar a boa *imagem* da tecnologia proposta, a boa reputação da solução tecnológica oferecida ou do produto ou serviço, bem analogamente ao que Lakatos descreve como sendo um *cinto de proteção* do conceito básico. A publicidade, enganosa ou não, tem papel importante neste processo. Defende o produto, o serviço, visando sua boa aceitação pelo mercado consumidor, sempre no intuito de preservar a instituição e seus agentes.

Como na ciência, nem tudo são sucessos na tecnologia e na engenharia; igualmente nas telecomunicações, os aspectos embaraçosos teriam de ser superados por *ações gerenciais* eficientes, correspondentes à heurística negativa na ciência. Vejamos alguns exemplos, que bem expõem o embate do telex com outras soluções tecnológicas, analogamente ao que encontramos entre teorias em oposição na ciência, e como a Rede Nacional de Telex conseguiu vencer a tradicional conversação telefônica, enraizada nos hábitos empresariais, enquanto o Fax ainda não havia chegado.

O costume era cultural e até sinal de status social – o de poder manter prolongadas conversas telefônicas, mesmo em ocasiões, por sinal muito frequentes, em que as informações trocadas sobre o cotidiano empresarial constavam apenas de números ou pequenos textos. A conversação por voz era tida como sendo insubstituível. Um telefonema implicava em um indispensável cumprimento inicial, a criação de um 'clima' para a conversa fluir agradavelmente e, ao final, despedidas e comentários, quando não o relato de alguns episódios. O telex, ao contrário, era máquina seca aos sentimentos, ruidosa, que para transmitir exigia certa habilidade ou um operador, portanto um intermediário, e resultava em folha de papel de poucas palavras. Então... mediante arquitetadas campanhas de esclarecimento e treinamento, foi necessário mostrar como a racionalidade e uma forma 'moderna' de desempenho administrativo exigiam a expressão das mensagens por números, sendo as palavras gravadas inalteráveis que, se não constituíam 'documento' por falta de assinatura, continham o horário e a identificação da máquina transmissora. O Telex conferia

credibilidade. Com a difusão de seu uso, essa credibilidade passou a ser suficiente, a ponto de, após alguns anos, seus documentos terem sido aceitos até mesmo na área jurídica, como o são até hoje.

Máquinas ruidosas? Pois bastava um conveniente tratamento acústico do ambiente... Contra os embaraços no uso das máquinas terminais, eram oferecidos cursos de treinamento.

Lentidão? De fato, o contato telefônico era muito mais ágil, permitindo a transmissão *simultânea* nos dois sentidos, com a resposta consequente, daí conversação normal e negociações prontas. Então... passou-se a difundir meios de transmissão mais rápidos, máquinas semi-eletrônicas e mais silenciosas. A Embratel viabilizou a transmissão de *circulares* simultâneas a dezenas de destinatários, algo inimaginável por meios apenas telefônicos. Centrais de telex, então chamadas 'inteligentes', armazenavam mensagens, distribuíam circulares, além de outros recursos automatizados, como as cotações do câmbio e da Bolsa de Valores, atualizadas periodicamente. Ainda mais, a comunicação internacional contrabalançava as deficiências citadas: comunicações com o Japão deveriam ser preferencialmente defasadas, tendo em vista o fuso horário. Enviando-se mensagem num dia à tarde, poder-se-ia obter a resposta antes do amanhecer seguinte, portanto rapidíssima e sem os percalços que o contato telefônico impunha de agendamento das conversações.

As máquinas de telex, as terminais, sendo importadas, mantinham seu custo de aquisição realmente alto. Um paliativo era o de aluguel de máquinas. Então... eram alegadas as grandes vantagens do sistema, tais como o custo baixo da taxa de transmissão, além da inserção dos assinantes no sistema de telex internacional. Dessa forma, os cartões de visita dos executivos e a correspondência escrita das empresas poderiam exibir o número de telex internacional, o que confirmava o status privilegiado de seus assinantes. Telex era símbolo de administração eficiente, portanto sua instalação necessária, senão indispensável.

O Telex não transmitia imagens, sequer texto manuscrito ou assinaturas como o fac-símile. Então... explicava-se que este era destinado a outros fins e exigia investimento vultoso, justificando-se apenas em poucos empreendimentos, tais como nas empresas jornalísticas.

Dito de outra forma:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
A heurística negativa, o cinto de proteção	Defesa da imagem da tecnologia	Campanhas de explicações, correções de falhas	Defesa do conceito de telex nas comunicações empresariais

Heurística negativa ↔ Defesa da imagem da tecnologia

Cinto de proteção ↔ Campanhas de explicações, correções de falhas

A heurística positiva

Em sentido oposto, a *heurística* positiva, consistindo em regras metodológicas com a proposição do caminho a ser seguido, tem por objetivo assegurar ao programa de pesquisa sua continuidade, de modo a resistir às anomalias que vierem se apresentando, quer teóricas, quer de origem experimental.

A heurística positiva do programa impede que o cientista se confunda no oceano de anomalias. A heurística positiva apresenta um programa que inclui uma cadeia de *modelos*, cada vez mais complicados, que simulam a realidade: a atenção do cientista focaliza-se na construção dos modelos de acordo com as instruções que figuram na parte positiva do programa. Ele ignora os contra-exemplos *reais*, os "*dados*".

Quando um cientista (ou um matemático) tem uma heurística positiva, recusa-se a ser atraído para a observação. 'Deita-se em seu sofá, fecha os olhos e esquece-se dos dados'. Ocasionalmente, é claro, ele fará à Natureza uma pergunta ladina, e sentir-se-á animado pelo SIM da Natureza, mas não se sentirá desanimado pelo seu NÃO. (Lakatos, 1979, p.165-166 e nota 169).

A heurística positiva na ciência evoca na tecnologia todo o movimento de inovações, aperfeiçoamentos, aumentos de capacidade e de valor da tecnologia, apesar da existência de deficiências. Novas 'revisões' da tecnologia ou do produto, acompanhadas da força do 'marketing' possível, visam criar imagem renovada do que havia sido oferecido. São apresentados aperfeiçoamentos do produto ou do serviço, da idéia inicial. Produzem-se acessórios, periféricos, soluções auxiliares e, mediante este movimento de crescimento e inovação, objetiva-se deixar na sombra as falhas encontradas.

No Telex, uma vez implantado o início da Rede, era preciso difundir seu emprego por todo o país, em todos os campos da economia, em todas as áreas da organização social. Todo esse trabalho de 'marketing' do Telex foi realizado com eficiência pela Embratel, enormemente facilitado pelas dificuldades na comunicação telefônica. Havia, de fato, a necessidade de implantar uma nova cultura nas telecomunicações. Como visto acima, um dos problemas que a comunicação telefônica enfrentava era o do mau uso do telefone. Mesmo no sistema totalmente congestionado (em São Paulo ocorriam esperas de mais de uma hora à espera do 'tom de disco', para iniciar a discagem, podendo resultar em sinal de 'ocupado', justamente porque o outro assinante mantinha, igualmente, o fone fora do gancho, à espera do sinal) os interlocutores não se continham a manter conversas objetivas e curtas. Por isso, para difundir o uso do Telex, era preciso desenvolver uma nova cultura de comunicação empresarial e institucional, voltada para a produção eficiente, mediante a troca de informações inteligente. A diretriz era clara: "Não fale, escreva, deixe documentado".

A rede incipiente, instalada para atender a necessidades prementes de construção da capital federal, teria de ser expandida rapidamente, à custa de importantes esforços técnicos e de investimentos. Todo o desenvolvimento da economia nacional dependia desse esforço. Além da implantação de recursos de transmissão interestaduais, conectados a redes locais, e a indispensável coordenação logística de todo o conjunto, era urgente ainda a implantação da comutação automática no sistema, deixando a cargo dos assinantes a aquisição e manuseio dos terminais de telex. Estes, inicialmente eletromecânicos, eram ruidosos, por isso mesmo abrigados normalmente em recintos próprios, fechados. Além disso, exigia-se certa habilidade na operação, pois a digitação era mais eficiente se realizada na cadência apropriada da velocidade de transmissão, muito lenta se comparada com a datilografia em máquinas de escrever, usadas nessa época.

Como já exposto, o esforço conjunto teve sucesso no Telex e pode ser considerado o correspondente à heurística positiva a que Lakatos se referira.

De forma esquemática

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Heurística positiva	Expansão, aperfeiçoamento da tecnologia.	Novas versões, novos modelos do produto. Novas formas do serviço prestado.	Expansão da RNTx e aperfeiçoamento da tecnologia empregada.

ou, mais resumida:

Heurística positiva ↔ Expansão, aperfeiçoamento da tecnologia

(g) *A avaliação do progresso*

Uma vez exposta uma teoria às considerações da comunidade científica, ocorrem, naturalmente avaliações e críticas, de modo semelhante ao que se dá na distribuição de uma nova tecnologia ou um novo produto ao mercado consumidor, um novo serviço sendo oferecido a usuários. A avaliação é necessária e inevitável. Lakatos analisa a questão em diversas etapas e situações do desenvolvimento das teorias e no encontro com teorias rivais, que, veremos, encontram correspondentes na tecnologia e na indústria.

A força heurística

A força heurística ou poder explicativo²² é o termo técnico empregado *"a fim de caracterizar a força de um programa de pesquisa para antecipar teoricamente fatos novos em seu crescimento"*. É pela força heurística que um programa rival, demonstrando êxito, *"pode suplantá-lo, eliminando-lhe o núcleo e o programa de construção de cintos protetores."* (Lakatos, 1979, p.191, nota 239). Este aspecto constitui, também, o fundamento para a avaliação dos programas de pesquisa, a aferição de seu progresso com o correr das atividades [cf. 6.(g) – Progresso teórico e empírico].

Nas atividades produtivas, corresponde-lhe *a expectativa de sucesso* de um desenvolvimento tecnológico ou de determinada produção junto aos clientes e usuários. Face à expectativa, demonstrando antecipadamente maior *potencial* de resultados, certo plano de atividade pode ser preferido a outro, menos promissor.

O potencial de uma futura Rede Nacional de Telex, por ocasião de sua concepção, antes mesmo de ter sido detalhado o plano para sua implantação, era imenso. Dada a inoperância do sistema telefônico, as necessidades de comunicação empresariais eram gritantes e tudo indicava que facilmente poderiam ser solucionadas mediante a construção, em

²² Em inglês, "explanatory power" (Lakatos, 1984, p.34, nota 4).

prazo curto, do sistema que daria solução a toda a demanda. A RNTx era dotada de potencial promissor, o que na ciência seria denominado como tendo grande força heurística.

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Força heurística	Expectativa de sucesso. Potencial da solução tecnológica	Expectativa de sucesso. Potencial do empreendimento visado.	Potencial promissor da futura RNTx

Em suma,

Força heurística ↔ Capacidade potencial do empreendimento

O conteúdo empírico

Lakatos considera importante avaliar o progresso dos modelos e teorias em sucessão e aquelas em conflito e propõe seu critério metodológico. Mostra inicialmente como devem ser comparadas as teorias que se sucedem e conflitam e para isso adota o método e a terminologia de Popper. Este conceituou o *grau de falseabilidade* das teorias, o que dá a dimensão de seu *conteúdo empírico* e, assim, permite sua comparação (Popper, 1975, p.332):

As teorias podem ser testáveis de um modo mais ou menos severo; [...] O grau de sua falseabilidade tem grande importância para a escolha das teorias.

Pode-se dizer que a quantidade de informação empírica transmitida por uma teoria, ou seu *conteúdo empírico*, aumenta com seu grau de falseabilidade.

[...] se a classe dos falseadores potenciais de uma teoria for "maior" do que a classe de outra teoria, existirão mais oportunidades da experiência refutar a primeira [...] 'falseável num grau superior'.

Mais adiante (p. 339), continua:

Desta forma, considero a comparação do conteúdo empírico de dois enunciados como equivalente à comparação de seus graus de falseabilidade. Isto faz com que nossa regra metodológica de que será dada a preferência às teorias que se podem mais severamente testar [...] é equivalente a uma regra que favorece as teorias com o máximo de conteúdo empírico possível.

Isto significa que as teorias com esse conteúdo maior têm maior *potencial de sucesso* nos experimentos a serem realizados e, supõe-se, tenham maior probabilidade de corresponder à realidade dos fenômenos descritos, assim como, maiores possibilidades de oferecerem soluções às dificuldades existentes, teóricas ou práticas, do que outras teorias competitivas.

Ora, nas atividades produtivas não há o correspondente ao critério de falseabilidade. No entanto, de modo análogo ao procedimento na ciência, podemos considerar as previsões, o *potencial de sucesso* do empreendimento, para o que, em administração empresarial foi adotada a observação da *vantagem competitiva* do empreendimento. De fato, no mundo produtivo o conteúdo empírico encontra correspondente nas *perspectivas de sucesso* dos empreendimentos, ao exibirem maiores ou menores vantagens competitivas no mercado, no sucesso *previsto* para as vendas.

Analogamente, já desde o início, antes mesmo de sua estruturação, o futuro da RNTx era altamente promissor e grande seu potencial de sucesso

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
O conteúdo empírico	Possibilidades de sucesso da solução tecnológica.	Possibilidades de sucesso. Vantagem competitiva.	Possibilidades de sucesso da RNTx.

ou, simplesmente:

Conteúdo empírico ↔ Possibilidades de sucesso

O aumento de casos de corroboração

Colocado assim o conceito de conteúdo empírico, que é estático, independente do transcurso do tempo, Lakatos introduz outro, dinâmico:

O tradicional critério para julgar satisfatória uma teoria era a concordância com os fatos observados. Nosso critério empírico para uma série de teorias é a produção de fatos novos. (Lakatos, 1979, p.146.

O novo conceito, que ficou sendo conhecido como 'excesso de corroboração' ("excess corroboration content") (Lakatos, 1986, p.120/121), pode também ser traduzido por

maior conteúdo de corroboração das teorias novas com relação às anteriores e, para os novos experimentos obtidos, *instâncias de corroboração "em excesso"* ("excess-verifying-instances"), ou simplesmente *aumento de casos de corroboração*. Sua definição (1979) é clara:

[...] o elemento crucial no falseamento é saber se a nova teoria oferece alguma informação nova, excedente, comparada com sua predecessora, e se parte dessa informação excedente é corroborada (p. 147).

[...] uma teoria só será "aceitável" ou científica se tiver um excesso corroborado de conteúdo empírico em relação à sua predecessora (ou rival), isto é, se levar à descoberta de fatos novos (p. 141).

Em situação oposta, negativa, Lakatos é categórico:

Uma teoria sem excesso de corroboração, não tem poder explanatório; portanto, de acordo com Popper, não representa crescimento e não é 'científica'; [...] (1979, p. 145, nota 112).

Algumas teorias, ao serem enunciadas, não permitem comprovação empírica. Mesmo assim podem ser comparadas com outras por sua *força heurística*, citada acima. Quando, mais tarde, os experimentos se tornarem viáveis, sua *corroboração* – conceito estático – é que determinará a aceitação dessas teorias frente às predecessoras ou rivais. Vale, porém, ressaltar, como o faz o autor, o conceito do *aumento de corroboração* – conceito dinâmico – que é desejado, ao longo do aperfeiçoamento da pesquisa e estudos.

Da mesma forma, no mundo produtivo as perspectivas iniciais, vistas acima como sendo correspondentes ao conteúdo empírico das teorias, poderão ou não se realizar. Entretanto, à medida do avanço dos trabalhos, essas previsões poderão ser cotejadas com os sucessos ou insucessos de fato ocorridos, *corroborando* ou não as previsões e expectativas quanto aos sucessos previstos, tais como as previsões de vendas dos produtos ou serviços. A corroboração prevista e a realizada servirão de parâmetros para a aferição do nível de competitividade da atividade produtiva frente às suas predecessoras ou rivais, de modo muito semelhante ao que ocorre na ciência; além disso, o *aumento*, na distribuição dos produtos indicará seu potencial futuro, como no caso das teorias.

Quanto à RNTx, como já observado, além do seu potencial promissor, era de se esperar ainda um *aumento* de sucesso, logo após sua estruturação.

Observamos, portanto,

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Confirmação experimental, corroboração	Tecnologia bem aceita	Produto bem aceito / execução com sucesso	Operação eficiente da RNTx
Aumento de corroboração	Aumento de sucesso	Aumento de sucesso	Aumento de sucesso da RNTx

valendo assinalar a correspondência entre os conceitos:

Confirmação experimental ↔ Produto bem aceito / execução com sucesso

Aumento de corroboração ↔ Aumento de sucesso

Progresso teórico e empírico

Segundo Lakatos, o progresso de um programa de pesquisa deve ser aferido por seu potencial de gerar novas proposições teóricas, sendo então *teoricamente progressivo*, para, em decorrência, permitir a sugestão de novos experimentos. Se estes forem bem sucedidos, será considerado também *empiricamente progressivo*. Na situação adversa, é tido como *degenerativo* (cf. 1979, p. 144).

O rigor matemático com que Lakatos analisa a questão permite dirimir questões que de fato ocorrem no mundo científico, em que são vários os campos de especulação teórica, cujas comprovações experimentais são, e continuarão sendo por muito tempo, inviáveis (teoria das cordas, por exemplo). Exige-se nestes casos clareza quanto ao fato de determinada teoria ser apenas teoricamente progressiva ou, também, empiricamente progressiva. Já no mundo empresarial, a questão não se coloca com essa importância, pois, em geral, os planejamentos, uma vez concebidos, são analisados quanto ao seu potencial e, caso apresentem vantagens competitivas são imediatamente realizados, mesmo porque têm valor efêmero, face às mudanças rápidas das circunstâncias em que são concebidos. Então,

ocorrendo aumento ou diminuição de perspectivas de sucesso, espera-se sua confirmação a curto ou médio prazo e as tendências são monitoradas periodicamente, meticulosamente. Há situações, porém, em que, mesmo havendo já o planejamento feito e o projeto elaborado, sua execução não se realiza por alguma contingência, exigindo adiamento.

Exemplos que vemos comumente são os de implantação de uma nova fábrica de automóveis ou de uma indústria siderúrgica. No caso do Telex, o sucesso correspondeu às expectativas imediatamente e, ainda mais, houve uma *realização* das perspectivas de sucesso.

São, portanto, válidas as associações:

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Programas teoricamente progressivos	Aumento nas previsões de sucesso	Aumento nas previsões de sucesso	
Programas empiricamente progressivos	Aumento nas realizações de sucesso	Aumento nas realizações de sucesso	As perspectivas de sucesso cresceram após sua implantação

Programas teoricamente progressivas ↔ Aumento nas previsões de sucesso

Programas empiricamente progressivas ↔ Aumento nas realizações de sucesso

O progresso dos programas, como visto acima, inclui em sua concepção a transferência de problemas que surgem no falseamento das teorias, expondo anomalias sem solução. Tais problemas são mantidos sem solução até o surgimento de uma teoria nova, à qual são transferidos quando nem esta pode solucioná-los. A anomalia continua sem solução, mas o programa de pesquisa continua. Então, apesar de os problemas existirem e afetarem negativamente a teoria nova, *"se a teoria nova tiver algum excesso de conteúdo empírico em relação à sua predecessora, isto é, se ela predisser algum fato novo, até então inesperado"* ela será dita *"teoricamente progressiva (ou "constituirá uma transferência de problemas teoricamente progressiva")"* (Lakatos, 1979, p. 144). Então, apesar dos percalços, o programa de pesquisa é considerado *teoricamente progressivo* e, com o passar do tempo, pode vir a se impor pelo *progresso empírico* se o seu conteúdo teórico vier a ser mais e mais corroborado. Em caso oposto, a quantidade de previsões teóricas pode vir declinando, ou ainda, não lograr

sua corroboração pela experiência. O programa vai então, aos poucos, *degenerando, teórica ou empiricamente*, em favor de outros que possuam maior conteúdo empírico e progresso nos resultados, respectivamente.

Para estes casos de transferência de problemas em teorias e modelos, sendo vários os citados pelo autor, quer progressiva quer degenerativa, a analogia com os processos produtivos também é válida: mesmo sem os resultados esperados, operando sem lucro, a indústria ou o serviço podem continuar sua atividade, o desenvolvimento tecnológico sendo incentivado, forçado, apesar de a empresa apresentar prejuízo, e, ainda assim, subsistir por meio de providências administrativas, aportes de capital, novos investimentos. Observe-se que a *transferência de problemas* dos projetos e planos do empreendimento pode ocorrer normalmente, correspondendo a um *progresso teórico*, se houver mais perspectivas de sucesso, ou a uma *degeneração teórica* se as previsões forem de insucesso.

A transferência de problemas é típica na engenharia, como também no desenvolvimento tecnológico. O que não se pode resolver de imediato, posterga-se, não por desleixo ou desinteresse, mas por heurística ou estratégia. A dificuldade encontrada poderá, eventualmente, encontrar solução por caminhos antes insuspeitos, por contribuições inesperadas de outros ramos da tecnologia; poderá, também, ser simplesmente superada, dado algum novo fato na história do sistema produtivo. Desta forma, os problemas são anotados e competem à investida da heurística negativa, ou seja, à defesa da imagem mediante os esclarecimentos devidos aos usuários, à força da publicidade.

Uma ilustração do exposto pode ser apreciada no importante comentário de Lakatos sobre a *racionalidade instantânea* (179, p. 192). Trata-se do fato, já observado em vários casos, em que o falseamento de um programa de pesquisa não é rápido e muito menos 'instantâneo' como se poderia imaginar no estudo do progresso científico. Isto porque as experiências podem apresentar resultados enganosos, sua interpretação pode estar sendo precipitada por pressões várias, de modo que o falseamento ou corroboração legítimos acabam sendo constatados décadas mais tarde. Por tais razões, Lakatos declarou fim à ilusão de "*racionalidade instantânea*".

A analogia com a indústria é evidente: um empreendimento de pesquisa tecnológica ou uma empresa de produção pode ter planos ótimos e realistas – *previsões de sucesso* – sem

lograr atingir os objetivos por motivos contingentes ou mesmo por tratar-se de empreendimento a longo prazo, os resultados sendo diferidos, adiados, no aguardo de recursos. Casos há e não são raros, em que uma idéia, um plano, projeto, pode ser proposto, prometendo resultados excelentes, sem que sua execução a curto prazo seja viável. A confirmação desse bom planejamento poderá ocorrer décadas mais tarde, por razões as mais diversas. Será possível, então, sua avaliação e a dos méritos de seus autores.

Assim como na ciência, onde a teoria existe para ser confirmada, o plano para a RNTx esperou para contar com o sucesso de sua implantação. Não ocorreram dificuldades do gênero lembrado por Lakatos quanto à *racionalidade instantânea*. Ao contrário, tornou-se possível a execução em prazos, se não os desejados e inicialmente planejados, porém suficientes e ainda adequados a dar vazão às prementes necessidades nacionais de comunicações.

Em sentido oposto, já em sua fase final, o telex nacional constituiu um exemplo de transferência de problemas degenerativa, da forma apontada por Lakatos. Apesar dos inconvenientes do telex já mostrados, os quais sempre iam sendo superados e tendo sua *solução adiada* por falta de outras alternativas, o programa de implantação e ampliação do sistema *continuou atuante* ainda à época em que a competição com o Fax e a Internet já estava evidente e o combate claramente perdido. Os problemas da lentidão e ruído não haviam sido sanados, senão apenas mitigados pela introdução de novas máquinas terminais e novos recursos técnicos nas centrais, além de outros aperfeiçoamentos graças a novos recursos tecnológicos. Assim, a poucos anos do fim efetivo da RNTx, o telex ainda era oferecido pela Embratel a assinantes potenciais como sendo a solução empresarial adequada.

Então, para a avaliação do progresso das teorias e modelos, é sugestiva a correspondência

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Transferência de problemas das teorias, modelos	Transferência de problemas do empreendimento	Transferência de problemas do empreendimento	Transferência de problemas da RNTx

ou, também:

Transferência de problemas das teorias ↔ Transferência de problemas do empreendimento

(h) *A competição*

Enquanto na ciência, dada a rivalidade entre teorias, a competição, os sucessos e os malogros são dissimulados em um ambiente com aura de procura da verdade e do conhecimento da natureza em prol do bem-estar humano, na tecnologia, no mundo da produção material e de serviços, a disputa ferrenha pela superação entre os competidores é aberta e seus protagonistas não escondem a obsessão pelo lucro, pelo sucesso corporativo e individual, ainda que declarando outros objetivos mais nobres. Fica até fácil identificar a analogia desses episódios de competição corporativa no mundo da produção e no das inovações tecnológicas com episódios similares de rivalidade que ocorrem entre comunidades científicas, quando envolvidas em pesquisas na mesma área de conhecimentos.

A competição tem até aspectos favoráveis, por incentivar a criatividade e acelerar a atividade, quer científica, quer produtiva. Sob uma visão lakatosiana ela é normal na atividade científica e, como vimos, na humana em geral. É no embate de duas ou mais teorias rivais que se dá o processo de desenvolvimento de uma nova solução, ao qual o autor evita atribuir o termo 'dialético'. A competição assinalada por Lakatos na ciência, encontra analogias com a da indústria, onde, da mesma forma, surgem produtos inovadores, para suplantá-los dos concorrentes: um produto novo, resultado de elaboração tecnológica mais recente, mais apurada e apoiada nas técnicas ou desenvolvimentos anteriores, suplanta o antigo. Até mesmo a existência de monopólios industriais, empresariais, comerciais ou estatais, encontra paralelo na ciência: não são raros os exemplos de teorias que se impõem graças a sua heurística vigorosa, tentando solapar as demais divergentes, mesmo aquelas que, mais tarde, venham a ter melhor corroboração empírica.

Entretanto, além dos aspectos metodológicos, Lakatos considera outros, que podemos denominar cognitivos, como as da simplicidade, além dos já mencionados do poder explicativo, da adequação empírica, da consistência, fecundidade. Quais seriam os fatores, na tecnologia e na indústria, correspondentes aos valores cognitivos da ciência? Parece clara a associação a todas as qualidades atribuídas aos produtos e aos serviços oferecidos ao consumo

pela própria publicidade que os promove: conforto, estética visual, agradável ao paladar, olfato, tato, uso fácil, e tantos outros, normalmente reunidos sob a denominação de 'características técnicas'. As qualidades dos produtos e serviços são rigorosamente mensurados, publicados, fiscalizados, pois terão importância fundamental na opção entre as ofertas disponíveis. Assim, também na competição entre teorias os valores cognitivos valores têm destaque. No entanto, a forma da competição e a tomada de decisões é totalmente diferente da industrial.

Qual ou quais teriam sido os concorrentes do Telex? E, antes do surgimento deste, que programas ele contribuiu a derrubar? À primeira vista, as respostas parecem fáceis: o telex sucedeu a telegrafia elétrica manual. Décadas depois, foi enfraquecido pela introdução do uso do Fax, então chamado de Telefax, quando o sistema telefônico já estava em razoáveis condições operacionais e lhe dava o suporte da rede. Observe-se que o fac-símile, sistema de transmissão de imagens fotográficas em preto-e-branco, já era largamente disseminado no meio jornalístico e alguns outros que dispunham de recursos para seus custos elevados. Por essa mesma razão de custos, o fac-símile não ofereceu competição ao Telex. No entanto, concomitantemente, o progresso da transmissão de dados na área informática e sua gradual aplicação às necessidades empresarias serviram para a introdução do *correio eletrônico*, como meio de transmissão de informações, com capacidade para volumes gigantescos de dados, transmitidos em tempo reduzido e diretamente dirigidos para processamento em computador. Este foi o caminho fácil para a adoção universal da Internet. Esta, de fato, desbancou o Telex.

A mudança de paradigma tecnológico na ocasião é semelhante à ocorrida muito antes, quando da substituição do telégrafo óptico pelo elétrico e deste pelo automatizado. Como vimos, a expressão 'automação' para os processos telegráficos pode não representar uma explicação suficiente ou adequada para seu sucesso nas décadas de 1960-70, já que os fatores influentes foram vários, ligados a circunstâncias contingentes. Inversamente, mais tarde, parece excessivamente simples a 'lógica' da substituição rápida de um parque superior a 150 mil terminais de telex e de toda a Rede pelo uso do correio eletrônico via Internet. Terá havido racionalidade no processo?

Lakatos deixa claro que nenhum programa de pesquisa é abandonado, e nem deve sê-lo, se não houver um programa rival, com *capacidade maior de obter previsão com sucesso* de fatos novos, ou seja, com maior *força heurística*. Verificamos, de fato, que nos séculos de evolução para a telegrafia, as substituições de tecnologias empregadas para as transmissões de mensagens obedeceram a esse princípio, ainda que houvesse outros fatores para desencadear certas mudanças históricas.

No caso do Telex a competição derradeira deu-se devida aos avanços tecnológicos da telefonia, a qual, de inicial suporte na transmissão telegráfica e de telex, passou, graças à expansão de suas redes locais, a concorrente direto, por oferecer conforto nas comunicações por voz. Além disso, foi graças à expansão da rede telefônica que se tornou possível o emprego disseminado do Fax. Esta novidade, sem investimento adicional das operadoras de telefonia ou exigências de complexidade de rede, permitiu a interligação de seus usuários, até mesmo residenciais, na transmissão de imagens e mensagens podendo conter assinaturas. O novo recurso não deixava de constituir uma novidade atraente, a custo baixo para os usuários, permitindo o uso até residencial, acoplado ao telefone. Finalmente, a informática, que inicialmente servira para aperfeiçoar o sistema de telex, pela automatização de certos procedimentos e rapidez de execução, tornou-se seu maior competidor, quando, por meio do próprio sistema telefônico, muito antes do advento da chamada Banda Larga, permitiu o chamado 'correio eletrônico', (electronic mail) ou e-mail. De fato, por simples conexão telefônica, 'discada', tornou-se possível o ingresso na novíssima rede internacional de troca de mensagens – Internet. Ocorreu assim, que, apesar da introdução de grandes aperfeiçoamentos na Rede de Telex – heurística positiva, tenham surgido novos competidores, com recursos ainda maiores de expectativa de sucesso e obtendo sua confirmação a curto prazo.

Assim, devemos concluir pela correspondência

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Rivalidade competição entre teorias, entre modelos explicativos	Tecnologias rivais	Concorrência empresarial	Concorrência do Fax, da telefonia e da Internet
Valores cognitivos	Características da solução tecnológica	Características técnicas do produto	Características das soluções alternativas

ou ainda:

Rivalidade, competição na ciência ↔ Concorrência empresarial

Valores cognitivos na ciência ↔ Características dos produtos

Os insucessos

Não unicamente sucessos compõem a história da ciência; há insucessos, em número até maior, muitos ignorados apenas por não terem despertado o suficiente interesse. Na história da tecnologia e da engenharia não poderia ser diferente, de modo que a analogia se torna evidente. À eventual inadequação do conteúdo de uma teoria, por ser falsa, conduzindo a previsões errôneas, podemos fazer corresponder as obras de engenharia não aproveitáveis, os produtos inadequados, desprezados, ou até menosprezados por motivos pouco racionais.

É emblemático o caso do *transistor*, componente semicondutor muito menor do que a equivalente válvula de emissão no vácuo e ambos fundamentais para a eletrônica. Fora patenteado em 1925, no Canadá pelo austríaco J. E. Lilienfeld, reinventado e patenteado na Alemanha em 1934²³, enquanto a indústria, em todo o mundo, optou pelo emprego, por algumas décadas, das válvulas eletrônicas, volumosas e de consumo de energia elevado. Uma geração mais tarde, em 1947, os Bell Labs elaboraram um protótipo de transistor, baseado nos conceitos de J. Bardeen, W. Brattain e W. Shockley. Não há dúvidas quanto ao fato de o primeiro invento ter sido rudimentar, apenas para demonstrar o efeito. O que se estranha é não ter havido qualquer respaldo para o desenvolvimento tecnológico correspondente, muito ao contrário do que realizaram os poderosos Laboratórios Bell com a resultante tecnologia dos semicondutores, proporcionando um importante salto tecnológico. Um dos resultados foi o reconhecimento internacional, chegando à obtenção do Prêmio Nobel de Física pelos três

²³ Algumas obras atuais chegam a ignorar o fato relatado (Newton, 1998, verbete Transistor; tb. Wikipedia, 2010, verbete Transistor).

inventores, em 1956. Outro, o sucesso da tecnologia do estado sólido – diodos, transistores, porém só após terminada a grande guerra mundial.

O sucesso que a indústria teve em produzir equipamentos à base de válvulas – tecnologia rival, significou o insucesso, a inexistência da tecnologia do estado sólido na primeira metade do século XX, de modo a não ter sido utilizada durante a II Grande Guerra. A rigor, foi um contra-senso o fato de transmissores-receptores portáteis terem sido fabricados para essa guerra empregando mini-válvulas, que, pelo consumo elevado, exigiam baterias pesadas, estando a tecnologia dos semicondutores já disponível décadas antes: faltou a continuação da pesquisa de Lilienfeld e o desenvolvimento tecnológico e industrial correspondente. No Brasil, a adoção de semicondutores demorou um pouco mais: em 1965, a Telefunken do Brasil, se empenhava no desenvolvimento de equipamento portátil similar, para fins igualmente militares, substituindo aquelas mini-válvulas por transistores.

Já no Telex, um exemplo de insucesso é aquele, o mais evidente, o de sua derrocada. Após uma implantação de alto custo, envolvendo a aquisição de mais de 150.000 terminais, a maior rede de telex do mundo foi desativada, decorridos menos de 30 anos de seu início, à vista de tecnologia concorrente, evidentemente superior.

Assim, destacamos

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Insucessos na ciência	Insucessos no desenvolvimento tecnológico	Insucessos empresariais	Desativação do Telex após curto período

e, de forma resumida:

Insucessos na ciência ↔ Insucessos empresariais

A estabilidade dos paradigmas

Os paradigmas científicos, como bem apontado por Kuhn apesar de alguns excessos em suas observações, ocorrem não apenas na ciência, mas de modo semelhante na tecnologia e na engenharia, como já vimos. Lakatos o confirma com exemplos vários. Nas áreas

produtivas não poderia ser diferente, porque o motivo causador é o mesmo, uma certa rigidez humana em se desvencilhar do que está sendo usado. Além dessa inércia mental e social, Lakatos ainda lembra, a possível soberba dos cientistas, quando detentores de posições superiores e de mando, com direitos a regalias inerentes àquela posição social, graças a sua autoria, reconhecida, de determinada teoria ou certa liderança no procedimento científico. Nestas situações, seria necessária a humildade científica para reconhecer que outra teoria rival possa ser, de fato, mais adequada do que sua própria.

Para exemplificar, Lakatos (1979, p. 212-213) relata um episódio com Bohr que

"[...] desejava colocar sua *autoridade* por trás da ousada aplicação de Fermi ao núcleo do novo grande programa de Heisenberg; [...] ele pôs nas nuvens o programa do neutrino de Fermi, que permitia preencher uma lacuna sensível. Esse último desenvolvimento, sem dúvida, poupou a Bohr uma dramática humilhação: os programas baseados nos princípios da conservação progrediram [...]" [grifo do autor].

O que acontece no mundo científico, do exercício excessivo da autoridade dos líderes e com propósito de manter coeso seu grupo de cientistas, é comumente encontrado nas atividades produtivas, cujas decisões raramente são por consenso entre os participantes, como diríamos, 'democráticas'. Também na produção, a organização humana procura sua estabilidade.

Além desse aspecto de personalidade, há outros, de natureza técnica, econômica e social, que no mundo produtivo ficam mais evidentes. Uma vez consolidado no mercado mundial o primeiro conceito Volkswagen – concebido durante a II Guerra Mundial, para ser um carro simples, significando 'carro do povo' – ele se manteve, por uma rigidez dos consumidores apegados a razões técnicas, econômicas e sociais, embora estas tenham sido superadas, após décadas. Depois que o conceito foi suplantado por outros modelos, tanto do mesmo fabricante como de outros concorrentes, o popular "Fusca" continuou sendo vendido. O paradigma manteve sua força no mercado consumidor.

Na transmissão por telex isso é igualmente observado. Mesmo após todo seu processo "degenerativo", segundo a terminologia lakatosiana, mesmo após ter até caído totalmente no esquecimento da administração empresarial, é surpreendente que, ainda em

2010, a Embratel, embora privatizada e sem lucro por essa atividade, mantenha em operação um centro de telex internacional em São Paulo, com a finalidade única de manter em conexão os *terminais remanescentes* do continente sul-americano, como informa a Embratel²⁴. Como também parece inacreditável que os Correios nacionais tenham desativado o sistema por completo apenas em março de 2010. Até então, nas agências melhor equipadas, a operação era mantida mediante a utilização de terminais telex modernos, dotados de tecnologia informática. Convém ressaltar que essa inércia é global: continuam em operação a central internacional na Suíça, a Suisse Telex, para o continente europeu e, nos Estados Unidos, o EasyLink, que disponibiliza o serviço pelo Easyconn. Este ao anunciar o telex "virtual" para os detentores da assinatura, é convidativo (EasyLink, 2010):

Através de números de telex virtuais, as mensagens são direcionadas para uma conta de e-mail, de forma simples, rápida e sem necessidade de investimentos em infra-estrutura.

A mensagem da EasyLink não deixa dúvidas:

A EasyLink reconhece as sempre mutantes exigências por tecnologias de comunicação empresarial, mas também percebemos a continuada necessidade por meios de comunicação que ofereçam uma solução confiável de troca de mensagens impressas, que dê apoio e confirme as transações. A *solução Telex ainda continua sendo* um importante meio de comunicação eletrônica, por realizar o intercâmbio da comunicação de mensagens críticas em aplicações tais como as financeiras e as de transportes.

É por isso que EasyLink continua oferecendo o Telex como parte de nosso conjunto global de serviços de mensagens. E continuamos comprometidos a manter forte a presença do Telex a longo prazo.

Oferecemos diversos serviços de soluções telex, incluindo o Telex Tradicional, o Internet Telex, o Telex em Tempo Real [...] (t.n.i., grifo nosso).

²⁴ Informações gentilmente cedidas, em entrevista telefônica de abril de 2010, por Hermes Bastos Nascimento, Gerente do Centro de Qualidade e Manutenção de Redes Internacionais (CQMR-I) da Embratel, em São Paulo.

(i) A economia

Em suas análises, apesar de profundas e amiúde detalhadas, Lakatos evitou o exame dos envolvimento do poder econômico nas atividades científicas. Em um ou outro exemplo ele deixa clara pressão exercida pelo interesse dos cientistas em maiores verbas à pesquisa e, também, o incentivo que o prestígio, a posição social e a melhor remuneração constituem. No entanto, mesmo com o passado ideológico do autor, motivado em "*mostrar quanto as ciências naturais são ligadas à sociedade, quão fortemente têm determinado seu desenvolvimento pelo fundamento econômico*" e como "*o desenvolvimento das forças produtivas na sociedade capitalista contém o germe de sua limitação [...]*", como citado na epígrafe, ele não explorou o tema.

Na tecnologia e na engenharia esse envolvimento é mais evidenciado que na ciência e atua de forma diferente. Enquanto esta produz *previsões e explicações* para a observação de fenômenos e seu controle, e posto que seus resultados não são diretamente sujeitos a algum mercado para uso e consumo, aquelas produzem *para vender* aos usuários, consumidores. O sucesso de um *produto*, seja material ou de serviço, depende declaradamente dos compradores, cabendo o estabelecimento de um *preço* e este, por sua vez, sendo sujeito à negociação entre os compradores, por um lado, e os vendedores do outro.

A continuidade da atividade científica depende, por sua vez, ora de verbas públicas, e, assim, de interesses políticos, ora de investimentos de grupos econômicos privados que têm em vista seus resultados financeiros, situação também compartilhada por muitas instituições de desenvolvimento tecnológico, algumas públicas, outras privadas. É inquestionável a pressão e a influência que estes agentes têm no desenvolvimento científico, ainda que dissimuladas sob racionalizações várias (cf. Lacey, 1998, p. 13-31). No entanto, a pressão explícita exercida pelo mercado comprador, contrapondo-se ao poder econômico do produtor, é incomparavelmente maior, podendo ser construtiva ou não, socialmente desejável ou patentemente maléfica, tal como a indústria do cigarro e outras. Tudo isto, sem levar em consideração que o preço sofre o impacto forte, por vezes incontrolável, dos intermediários na comercialização dos produtos, além das manobras dos produtores, éticas ou não, como veremos adiante.

O preço e o lucro

Por outro lado, é fundamental destacar como a competição entre produtos, podendo ser fortemente afetada por fatores aleatórios do mercado comprador e pela ausência de controle das forças dos investidores e outros do mesmo gênero, pode tomar *rumos pouco previsíveis*. Nesse contexto, não se pode menosprezar o enfoque primitivo e legítimo de que a atividade produtiva, para ser sustentável, deve ser *adequadamente remunerada*. Então, como a desejada perenidade do empreendimento produtivo fica na dependência do preço que vier a ser praticado no mercado e no valor resultante que chegar ao produtor, sujeito a pressões desejáveis ou não, pode ocorrer a cessação da produção por desinteresse ou até por falência do empreendedor. Na ciência, isto compreensivelmente corresponde a algumas atividades que cessam por falta de viabilização econômica.

A adequada remuneração dos agentes produtivos costuma ser rotineiramente expressa pelo *lucro*. A expressão tem forte conotação com o interesse cego dos investidores, anônimos nos grandes empreendimentos, cujo objetivo único é o da *máxima* remuneração do capital investido e negociado em bolsas de valores visando otimizar o retorno. A este efeito adverso opõem-se outras forças econômicas, políticas e sociais, que tentam conter os efeitos perniciosos desses investimentos, cujo objetivo é o retorno sem medida. Os aspectos desse embate são em muito diferentes daqueles, igualmente perniciosos, que observamos na ciência e não cabe analisar aqui.

O Telex, neste caso é um contraexemplo do que ocorre em empreendimentos de engenharia da iniciativa privada. É exemplo, isto sim, de *investimento público*, com forte pressão política para a consolidação de uma rede mínima de comunicação empresarial, tendo os preços, isto é, as *tarifas* formadas segundo orientação governamental. Neste sentido, o Telex em muito se assemelha às linhas de pesquisa fomentadas por investimentos de fundos de pesquisa estatais e resultados monitorados adequadamente.

De forma esquemática,

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Possível influência de pressões políticas e econômicas	Possível influência de pressões. Sujeita a leis do mercado.	Sujeita a leis do mercado. Condições de formação do preço.	Investimentos públicos e tarifas fixadas por diretrizes governamentais.

e simplificada:

Financiamento das atividades científicas ↔ Atividade produtiva na dependência dos preços de mercado

(j) A ética

Tampouco deste tema Lakatos tratou diretamente. As questões éticas, que na ciência e em todas as atividades humanas entrariam em evidência só algumas décadas mais tarde, não são desenvolvidas em sua metodologia. Porém, mais que isso, o autor considera a ética um *pressuposto* para o exercício de toda e qualquer atividade científica e insiste, de modo repetido e recorrente (Lakatos, 1979, p. 110, 111 e 149-150), na indispensável *honestidade intelectual* do cientista, como que uma condição para a racionalidade, para a consistência de suas proposições e as relações consequentes.

De fato, nos estudos dos aspectos sociais da atividade científica que se desenvolveram nos anos posteriores à publicação da MPPC e passamento do autor, é ressaltado o aspecto dos *valores* na ciência, fazendo-se distinção entre os valores *cognitivos*, os *sociais* e outros, como exposto por Lacey (1998, Nota 3, p. 62). Popper e Lakatos dedicaram sua atenção aos primeiros, os valores cognitivos: a adequação empírica, a consistência, a simplicidade, a fecundidade, o poder explicativo. No entanto, os valores sociais não foram abordados por Lakatos após sua chegada à Inglaterra, apesar de seus estudos e consciência clara a esse respeito, como o evidenciam suas publicações anteriores, ainda na Hungria comunista.

Diferentemente do enfoque epistemológico com vistas ao social, Lakatos mostrou à ciência o caminho estratégico – o da avaliação pragmática da atividade científica por seus resultados – com isto permitindo contornar as inevitáveis falhas humanas. Não as ignora – ao contrário, em seus exemplos aponta os erros, falhas, imprecisões, vaidades atingidas, insistências irracionais, o poder político divergente, os recursos econômicos insuficientes. Apesar de tudo isso, sua metodologia não analisa posições éticas ou morais. Seu texto deixa claro que o estudo do progresso da ciência exige dedicação, desprendimento, até um fervor militante na busca do que é correto, como presumido em qualquer trabalho de filósofo, de

cientista, de historiador, qualidades estas que, distintas dos valores cognitivos, podem ser denominadas *virtudes científicas*, como o faz Lacey (1998, Nota 3, p. 64):

Os valores cognitivos (qualidades e relações das teorias científicas e dos dados empíricos) não devem ser confundidos com as "virtudes científicas", qualidades dos cientistas que são supostamente fomentadas por e dependentes das práticas científicas: p. ex, a objetividade, distanciamento, integridade, honestidade, razoabilidade, submissão à evidência, etc." (Lacey, 1998, Nota 3, p. 64)

A metodologia deve ser, portanto, rigorosamente racional, no mundo das idéias corretamente conduzidas, visando o crescimento científico objetivo; sendo uma convenção entre os membros da comunidade científica, conta com modos exclusivamente racionais de proceder. A tão citada honestidade intelectual de seus membros é um pressuposto, não discutido, apesar de a questão ética continuar subjacente e fundamental em seu pensamento. Os deslizos, falhas técnicas, imprecisões, ele os lembra em cada episódio da história da ciência. Por isso mesmo, a metodologia lakatosiana propõe a flexibilidade e tem seu foco na competição, ao invés de nas verdades, procurando, assim, tornar a ciência menos sujeita às imprecisões humanas.

Trabalhos mais recentes sobre os aspectos sociais da ciência surgiram para distinguir os valores *cognitivos* dos *sociais*, sugerindo que ambos devem norteá-la. É oportuno lembrar que os valores sociais, focados sobre o exercício da ciência, devem orientar, igualmente, a tecnologia e todas as atividades produtivas, aliás, toda a atividade humana. O desenvolvimento da tecnologia e da engenharia, com base nos mesmos elementos humanos, faz parte da racionalidade humana no propósito de atingir as metas visadas, mediante um comportamento coerente. A busca da consistência do planejamento com os objetivos propostos representaria, no dizer de Lakatos, a *honestidade intelectual* do tecnólogo, engenheiro ou administrador. No entanto, à margem desta honestidade e além de fatores racionais de progresso, tais como os observados por Lakatos nas forças heurísticas na ciência, observada a atividade industrial e a da produção de bens e serviços, parece evidente a pressão exercida por fatores outros, não precisamente racionais, sejam políticos ou de interesses particulares, favoráveis ou não ao bem estar coletivo.

As gigantescas questões éticas, que envolvem de modo semelhante a ciência, a tecnologia e a indústria, dispensam aqui mais comentários. São as que se referem ao emprego inadequado ou até criminoso de verbas destinadas a determinados fins, à ilegalidade de certas atividades científicas, tecnológicas e industriais, atuando de modo independente e até contrário às reais necessidades sociais. Convém lembrar, ainda, as atividades científicas com resultados conhecidamente falsos, visando o prestígio pessoal e outros fins, ao que podemos fazer corresponder na tecnologia outros tantos procedimentos antiéticos. São os observados, por exemplo, na bioquímica, conhecidamente ineficazes ou falsos, nos quais, por sua vez, apóia-se uma indústria farmacêutica de produtos enganosos, inequívoca porém nos lucros.

Neste ponto, é importante lembrar a exemplar ética que o Sistema Telebrás procurou imprimir a todas suas subsidiárias, operadoras da magna rede de telecomunicações, impondo, durante o regime militar, rígidas e detalhadas normas de ação, procedimentos técnicos e operacionais minuciosos, dos quais a Rede de Telex era apenas um dos exemplos. De fato, não temos lembranças de a Embratel, como operadora do sistema Telex, ter sido contestada nos aspectos éticos de suas atividades, fato ao qual pode ser atribuída grande parte de seu sucesso.

Então, quanto aos possíveis pontos de correspondência com a MPPC, observa-se que

Na ciência	Na tecnologia	Na engenharia	Exemplos no Telex
Valores sociais são importantes na determinação da heurística científica	Valores sociais são importantes na determinação da estratégia do desenvolvimento tecnológico	A busca do lucro pode opor-se às necessidades sociais	A Telebrás imprimiu procedimentos rígidos a suas subsidiárias, inclusive a Embratel, operadora da RNTx

como também:

Honestidade intelectual dos cientistas ↔ Honestidade, ética empresarial

7. CONCLUSÃO

Os aspectos de correspondência mais interessantes do ponto de vista metodológico são os relativos à heurística. Nas atividades produtivas pode-se observar, então, um mundo de possibilidades à espera da criatividade de seus protagonistas, de forma muito mais rica e variada do que ocorre no mundo científico. De fato, os recursos dos cientistas são poucos para se defenderem de falhas ou para prognosticarem o futuro de seus projetos. Além disso, pode-se até evocar uma certa vocação para o bem da verdade que caracteriza o cientista, já identificada a partir da própria escolha da carreira, distinta da do empreendedor comum, inserido na cultura do lucro. Há uma tendência, até mesmo cultural, a se identificar o sucesso empresarial com o resultado econômico obtido para a remuneração do investimento.

Todos esses fatores de influência positiva ou negativa sobre as atividades científicas e, igualmente, sobre as tecnológicas e de engenharia, embora não contemplados pela metodologia da análise lakatosiana, podem ser contornados, com relativa facilidade, pelos mesmos caminhos de estudo propostos por esse autor. De fato, é bem coerente com sua análise metodológica afirmar que tanto a heurística do cientista quanto a estratégia do empreendedor *podem e devem levar já em conta a influência, benéfica ou não, do mundo ancorado na economia* e nas características inseguras das aspirações humanas.

8. OBRAS CITADAS

ABRIL (editora, autores não indicados), Introdução histórica. *Os Pensadores – História das Grandes Idéias do Mundo Ocidental*, Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo, 1ª ed., 1973.

ALMEIDA, Marcelo, *Os engenheiros do comércio*, Portal eletrônico Exame – PME de 13.3.2008, Abril, São Paulo, disponível em <http://exame.abril.com.br/revista-exame-pme/edicoes/0012/noticias/os-engenheiros-do-comercio-m0154233>, 2008

BEVAN, F. W. e BARRADAS, O. C. M., *Telecomunicações: sistemas telegráficos*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1981.

BEZERRA, V. A. *Schola quantorum: progresso, racionalidade e inconsistência na antiga teoria atômica – Parte II: crítica à leitura lakatosiana*. *Scientiae Studia*, 2(2), p. 206-237, 2004.

BIGIO, E. L. S., *Linhas telegráficas e integração de povos indígenas: As estratégias políticas de Rondon*, Fundação Nacional do Índio – CGDOC – FUNAI, Brasília, 2003.

BRITO, Maurílio, Um quarto de século – Primeiras comunicações via satélite, no Brasil , em *Telebrasil*, Rio de Janeiro, maio/junho 1987, p. 40, 1987.

CONGDON, L., Possessed: Imre Lakatos' Road to 1956, na revista *Contemporary European History*, 6.3, p.279-294, Cambridge University Press, Cambridge, 1997, também disponível em <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=1369848&fulltextType=RA&fileId=S0960777300004628>

CUPANI, A.. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques, *Scientiae Studia*, 2(4), p. 493-518, 2004.

-----, La peculiaridad del conocimiento tecnológico, *Scientiae Studia*, 4(3), p. 353-371, 2006.

EASYLINK Services, *Telex via internet*, <http://www.easylink.com.br/telex.htm> e *Telex* [http://www.easylink.com/guia "Telex"](http://www.easylink.com/guia%20Telex), 2010.

FERREIRA, Aurélio B. H, *Dicionário Aurélio Eletrônico*, V. 1.4, Editora Nova Fronteira, 1994.

FORRAI, G., Lakatos, Reason and History, em Kampis et al., op.cit., p. 73-84, 2002.

FURTADO, R., *Rômulo Furtado*, Editora Rio Sociedade Cultural Ltda. – Coleção Gente, Rio de Janeiro, 2004.

GILLIES, D., Lakatos' Criticisms Of Popper, em Kampis et al., op.cit. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 13-22.

HEGEL, G.W.F. Fenomenologia do Espírito, *Os Pensadores*, XXX, Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo, 1ª ed., 1973 [1807] .

HACKING, I., Imre Lakatos' Philosophy of Science, *British Journal of Philosophy of Science*, 30, p. 381-410, 1979.

-----, *Representing and Intervening*, Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

HOLZMANN, G, e PEHRSON, B., *The Early History of Data Networks*, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, USA, 1995.

JAMES, W., _____. Philosophical conceptions and practical results, em Myers (Org.), *William James writings 1878-1899*, New York, The Library of America, 1992 [1898]. p. 1077-97.

-----, *A Vontade de Crer*, Loyola, São Paulo, 2001, [1897].

KAMPIS, G., KVASZ, L., e STÖLTZNER, M., (eds.), *Appraising Lakatos Mathematics, Methodology, and the Man*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.

KUHN, T., *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Editora Perspectiva, São Paulo, 1998 [1962].

KUTROVÁTZ, G., *A documentation arranged*, em Kampis et al., op.cit., p.353-374, 2002.

-----, 2008, Lakatos philosophical work in Hungary, *Studies in East European Thought*, Springer, Netherlands, p.125. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/707wl46173nm65u1/> , 2008.

LACEY, H., *Valores e atividade científica*. Discurso Editorial, São Paulo, 1998.

LAKATOS, I. Proofs and Refutations, *British Journal of Philosophy of Science* 14, . Republicado em *Imre Lakatos, Proofs and Refutations. The Logic of Mathematical Discovery*, J. Worrall & E. Zahar, eds., Cambridge University Press, Cambridge, 1976 [1963-64].

-----, O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica, *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*, Lakatos, I. & Musgrave, A. (orgs.) p. 109-243, Ed. Cultrix, EDUSP, São Paulo, 1979 [1970].

-----, Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, *Criticism and the Growth of Knowledge: Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science, London, 1965, vol. 4*, p. 91-196 Imre Lakatos e Alan Musgrave, eds., Cambridge University Press, Cambridge [1970] 1986.

-----, *History of science and its rational reconstructions*, J. Worrall & G. Currie, eds., Cambridge University Press, Cambridge, [1971a] 1984.

-----, Science and Pseudoscience, The London School of Economics and Political Science (LSE). Palestra irradiada em 30.6.1973, meses antes de seu falecimento, transcrita, 2002 [1974]. Disponível em áudio em <http://www.lse.ac.uk/collections/lakatos/scienceAndPseudoscienceTranscript.htm>.

-----, *The Methodology of Scientific Research Programmes*, J. Worrall & G. Currie (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1984 [1978].

LEBOW, I., *Information Highways and Byways – From the Telegraph to the 21st Century*, IEEE Press, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, USA, 1995.

LOCKE, J. Ensaio acerca do Entendimento Humano, Os Pensadores, São Paulo: Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo, 1973 [1706].

LONG, J., The Unforgiven: Imre Lakatos' Life, em Kampis et al., op. cit., p. 263-302.

MIRANDA, L. O., *Os serviços de comunicações no Brasil*, Departamento dos Correios e Telégrafos, Departamento de Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 1955.

MITCHAM, C. *Thinking through technology. The path between engineering and philosophy*, The University of Chicago Press, Chicago, 1994.

MLM – Movimento Landell de Moura, site <http://www.mlm.landelldemoura.qsl.br>, maio 2010.

MOTTERLINI, M., Professor Lakatos between the Hegelian devil and the Popperian deep blue sea, em *Appraising Lakatos, Mathematics, Methodology and the Man*, p. 23-52, Kampis et al., op. cit., 2002

-----, *For and Against Method – Imre Lakatos / Paul Fayerabend*, Chicago, The University of Chicago Press, 1999.

NELSON, R.A., *History of teletypewriter development*, Teletype Corporation, Lovitt, K.M., ed., Skokie, USA, disponível em <http://www.rtty.com/history/nelson.htm>, 1963

NEWTON, H., *Newton's Telecom Dictionary*, Telecom Books, New York, 1998.

PITT, J., Explaining Change in Science, em *Techné: Research in Philosophy and Technology*, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1998, vol.3, nº 3, disponível em <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v3n3/PITT.html>, 1998.

POPPER, K., *A Lógica da Investigação Científica*, Os Pensadores, Abril S.A. Cultural e Industrial,, São Paulo, 1975 [1934].

POSER, H., On structural differences between science and engineering, Society for Philosophy and Technology, vol. 4.n. 2, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, 1998. Disponível em <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4n2/POSER.html>.

QUEIROZ, F. A. *A revolução (micro) eletrônica: pioneirismos brasileiros e utopias tecnocrônicas*. Annablume/FAPESP, 2007.

RADVÁNYI, J. A Mathematical Bildungsroman. *History and Theory*, 28, p. 26-42, (publicado sob o pseudônimo de John Kadvany), 1989.

-----, The extraterritoriality of Imre Lakatos, *Late Editions*, G. Marcus (ed.), Chicago, University of Chicago Press (publicação prevista).

RAPP, F. *Analytical Philosophy of Technology*. D. Reidel Publishing Company, London, 1981. Tradução e revisão de Analitsche Technikphilosophie.

ROPOLYI, L. *Lakatos e Lukács*. em Kamps et al., op.cit. p.303-337, 2002.

RORTY, R. *Truth and Progress*. Cambridge University Press, , Cambridge, 1998.

SILVA, H. e ALMEIDA, C..M. (org.), *Interligando o Brasil ao Infinito: memória histórica da Embratel*, Embratel (org.), Léo Christiano Editorial, Rio de Janeiro, 1998.

SIQUEIRA, Ethevaldo, *Grandes Personalidades das Comunicações*, Dezembro Editorial, São Paulo, 2001.

TOMAZELA, J. M., Precursor do rádio faria 150, *O Estado de São Paulo*, p A14, 21.1.2011,.

VIEIRA NETO, P. *O desaparecimento de uma profissão: O radiotelegrafista de vôo – evolução tecnológica e desemprego nas telecomunicações*, Dissertação de Mestrado em Economia Política, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2000. Disponível em <http://rlandell.tripod.com/telegrafista.htm>.

WEBSTER'S Seventh New Collegiate Dictionary, Chicago, USA, 1970.

WIKIPEDIA, *Siemens Ltda. / História*, em http://pt.wikipedia.org/wiki/Siemens_Ltda.#Hist.C3.B3ria, maio 2010.

-----, *1891 Telegraph Lines*, em http://en.wikipedia.org/wiki/File:1891_Telegraph_Lines.jpg, em 2006

-----, *Transistor / History*, em <http://en.wikipedia.org/wiki/Transistor#History>,