



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências Sociais

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Aercio Barbosa de Oliveira

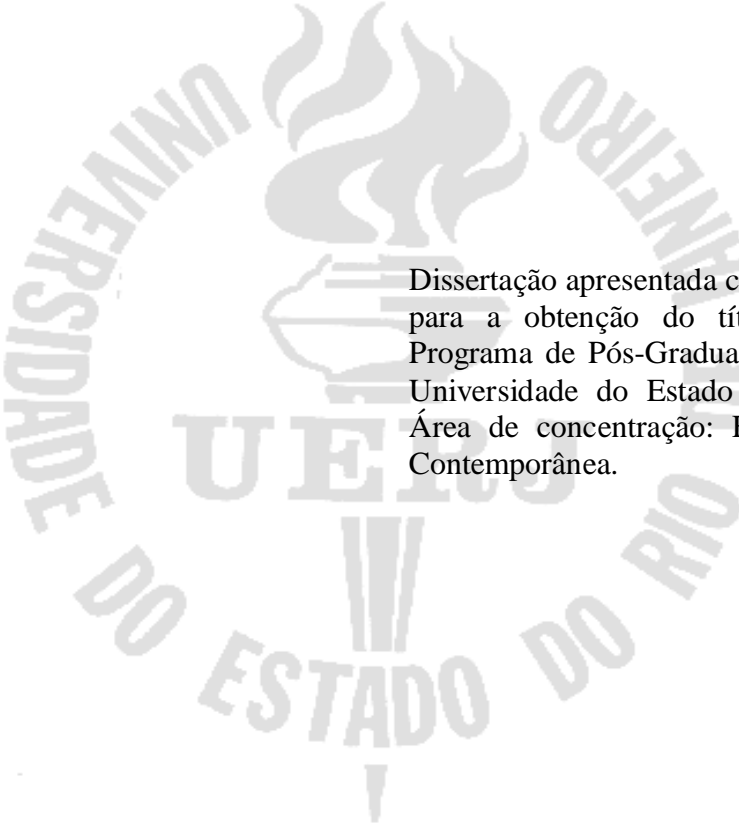
**Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea:
ainda faz sentido tratá-las como termos distintos?**

Rio de Janeiro

2015

Aercio Barbosa de Oliveira

Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea: ainda faz sentido tratá-las como termos distintos?



Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Passos Videira

Rio de Janeiro

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CCSA

O48 Oliveira, Aercio Barbosa de.
Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea: ainda faz sentido trata-las como termos distintos? / Aercio Barbosa de Oliveira. – 2015.
154 f.

Orientador: Antonio Augusto Passos Videira.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.
Bibliografia.

1. Filosofia e ciência – Teses. 2. Ciência – Filosofia – Teses.
I. Videira, Antonio Augusto Passos. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.
III. Título.

CDU 1:5

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Aercio Barbosa de Oliveira

Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea: ainda faz sentido tratá-las como termos distintos?

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea.

Aprovada em: 28 de setembro de 2015.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Augusto Passos Videira (Orientador)
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

Prof. Dr. André Luís de Oliveira Mendonça
Instituto de Medicina Social – UERJ

Prof.^a Dra. Verusca Moss Simões dos Reis
Universidade Estadual do Norte Fluminense

Rio de Janeiro

2015

DEDICATÓRIA

Ao meu filho, Felipe Araújo de Oliveira; ao meu neto, Nicholas Gabriel; e àquelas pessoas a quem estimo, que influenciam ou influenciaram minha maneira de me relacionar com a vida e de formar minhas ideias.

AGRADECIMENTOS

Finalizo este trabalho, sem deixar de reconhecer as suas imensas lacunas, muito feliz. Ele é o resultado de muito entusiasmo e prazer que contou com a cumplicidade de pessoas que tanto estimo. Produzir este texto, a consumação de mais de dois anos de pesquisa, foi tão prazeroso que mesmo naqueles dias em que o cansaço me dominava ainda encontrava alguma energia, ao menos para continuar pensando nas questões que seriam desenvolvidas. E mesmo quando as condições eram das mais inadequadas para se pensar e escrever, longe do “gabinete de estudos”, e imerso no inferno urbano entre o metrô da linha 2 ou no vagão mal iluminado do Japeri, o ânimo não me abandonou. Aliás, muitas ideias que as considere fundamentais ocorreram quando eu estava fora do meu “gabinete de estudo”, dentro do nosso precário transporte público ou em alguma reunião no trabalho com moradores e moradoras que lutam pelo direito de continuar vivendo no local em que construíram as suas relações sociais, a sua identidade, a sua família e as suas casas.

Provocativamente faço esta introdução para evidenciar que é possível pensar filosoficamente olhando e interagindo fora das bibliotecas, dos “gabinetes de estudo”, metido no caos, envolvido com as novas e velhas questões que tecem as tramas e os dramas da condição humana. Claro que se deve sempre perseguir as condições ideais, mas enquanto ela não chega seguimos.

No meio deste caos gostaria de destacar a importância de algumas pessoas e instituições para que eu finalizasse este trabalho. Primeiro, agradecer aos docentes e funcionários do Programa de Pós-Graduação de Filosofia da UERJ.

Agradecer ao docente Antonio Augusto Passos Videira, que foi um excelente orientador e interlocutor, com a sua sapiência e compromisso com o conhecimento de qualidade que deve resultar de muito trabalho. A sua atitude, de estar sempre atento e preocupado com o que ocorre no mundo, o coloca entre aqueles que contribuem quase que quixotescamente para que a filosofia não se transforme definitivamente em um amontoado de conhecimento exangue e estéril, sem nenhum vínculo com aquilo que de fato movimenta a vida. Por obra do acaso, tive a oportunidade de encontrá-lo no final da minha graduação.

Foi ele quem me convidou para participar do grupo de pesquisa de Estudos Sociais e Conceituais da Ciência, Tecnologia e Sociedade, onde conheci pessoas animadas e inteligentes que foram deveras importantes para que eu desenvolvesse esta pesquisa. De cada reunião que participava saía mais estimulado e com novas ideias. Portanto agradeço a cada

integrante do grupo e especialmente ao Carlos Puig, que tem sido um excelente interlocutor, e, também, aos professores Leonardo Rogério Miguel e André Luís de Oliveira Mendonça, que se dispuseram, logo quando ingressei no grupo, a proferir seminários exclusivamente para mim sobre uma das obras de Peter Galison.

Outro agradecimento muito especial é para os meus e minhas colegas de trabalho e especialmente à Mônica Ponte e à Rachel Barros, da FASE-Rio, e à Zileia Reznik, da FASE Nacional, que sempre me motivaram e possibilitaram as condições para que eu pudesse encontrar, de algum modo, espaço para o trabalho acadêmico. Não posso deixar de registrar que a FASE é uma importante instituição de direitos humanos e de educação popular que carrega em sua cultura institucional o estímulo à produção de diferentes tipos de conhecimento. Lá, felizmente, não são incompatíveis o saber popular e o saber acadêmico e, também lá, muito bem se sabe que eles se retroalimentam. Isso é bem animador.

Também quero agradecer ao Paulo César e à Tatiana Dahmer. Grandes amigos que direta ou indiretamente dialogaram sobre muitas questões que escrevi e sempre me confortaram naqueles momentos em que estamos atordoados precisando ser só escutado.

Quero agradecer às pessoas que integram a minha vida privada. Ao Guilherme da Silva, que prestou uma grande ajuda na organização do material de pesquisa que utilizei e também foi um paciente interlocutor, dando sugestões inteligentes.

Um imenso agradecimento a quem foi determinante para que eu escolhesse estudar sistematicamente filosofia, minha esposa Sea Silva. Um exemplo de pessoa compromissada com a vida, capaz de exercer quase que absolutamente o ato de empatia. Pessoa sensível, solidária e difusora de tantos outros valores que, infelizmente, parecem perder importância na sociedade atual. Além dessas virtudes, a inteligência e a competência profissional como historiadora e educadora é admirável e foi muito útil para o presente trabalho. Em inúmeros momentos, como vocês notarão ao ler o texto, recorri à sua sabedoria e inquestionável competência.

E por fim, agradecer em memória a Juscelina Barbosa Nogueira, que, se estivesse entre nós, seria seguramente a pessoa mais orgulhosa com este meu trabalho. Minha mãe, que teve uma vida relativamente curta, mas intensa, foi um exemplo de coragem e de amor à vida que todo dia me inspira.

Mas tem coisa pequena nesse mundo

Que desafia a ciência de verdade.

Versos da música O Morceguinho (O autor da Natureza)

do João do Vale

RESUMO

OLIVEIRA, Aercio Barbosa. **Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea: ainda faz sentido tratá-las como termos distintos?** 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

O objetivo deste trabalho é analisar as implicações provocadas pela “cultura inovacionista” sobre o valor epistêmico originalidade. Parte-se da hipótese de que esse valor, determinante para a criação de novos modos de percepção da natureza e para a ampliação do conhecimento das sociedades capitalistas contemporâneas, tem adquirido um novo sentido dentro da epistemologia da ciência. Verifica-se que, à medida que se amplia a importância dada à necessidade de obter da ciência resultados inovadores que sirvam a aplicações pragmáticas, com agências públicas e privadas interferindo diretamente na elaboração da agenda científica, originalidade passa a ter um sentido diferente daquele que possibilita à ciência gerar conhecimentos que não se restringem ao atendimento de necessidades práticas para a vida humana. Analisar-se-á originalidade em um ambiente cultural cuja inovação é considerada fundamental para o desenvolvimento econômico e social destacando as implicações epistêmicas desse evidente emaranhamento conceitual, axiológico e prático a partir das evidências de que a ciência é parte de uma estrutura institucional que, ao tencionar a maximização dos investimentos cognitivos e econômicos, delimita o escopo de programas e pesquisas. A investigação realizará uma análise da originalidade e da inovação situadas dentro do atual contexto institucional e de profusão global dos Sistemas Nacionais de Inovação, com base nas teorias econômicas de Schumpeter e dos economistas neoschumpeterianos, em trabalhos de história, sociologia e filosofia da ciência, em publicações de divulgação dos resultados de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, na análise de documentos que têm servido de referência para a maioria dos países que estruturam alguma política de Ciência, Tecnologia e Inovação. Esses documentos expressam justificativas, estratégias coordenadas e diretrizes vinculadas aos investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação de agências governamentais dos Estados Unidos da América, da Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico e da União Europeia.

Palavras-chave: Ciência. Sociedade. Valor epistêmico. Originalidade. Inovação. Sistema Nacional de Inovação. Economia. Pesquisa e desenvolvimento. Economistas evolucionários.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Aercio Barbosa. **Originality and innovation in the contemporary philosophy of sciences: does it still make sense to treat these as different terms?** 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The aim of this work is to analyse the implications brought forward by the innovationist culture about the epistemic value of the originality. It starts with the hypothesis that this value, which is determinant for the creation of new modes of perception of Nature, and for the broadening of the knowledge of the contemporary capitalist societies, has acquired a new sense in the Epistemology of Science. As the importance given to the need to obtain from science the innovative results that serve pragmatic applications, with public and private agencies directly interfering in the elaboration of the scientific agenda, it is verified that Originality has taken a different sense from the one that enables science to generate knowledge that is not restricted to the fulfilment of the practical needs of human life. Originality will be analysed in a cultural environment where innovation is considered fundamental for the economical and social development, highlighting the epistemic implications of this evident conceptual, axiological, and practical entanglement, from the evidence that science is part of an institutional structure that, pulling the maximization of the cognitive and economic investments, limits the scope of programs and research. The investigation will make an analysis about originality and innovation, both situated inside an institutional context, and also in a context of the National Innovation Systems, based on the economical theories of Schumpeter and the neo-schumpeterian economists. This will be done through works of History, Sociology and the Philosophy of Science, through the publications of the results of Research, Development and Innovation, through the analysis of documents that have served as reference for most of the countries that have structured some kind of Science, Technology and Innovation Policy. These documents show rationales, coordinated strategies, and directives linked to the investments in Science, Technology and Innovation for the governmental agencies of the United States of America, the Organization for Economic Co-operation and Development, and the European Union.

Keywords: Science. Society. Epistemic value. Originality. Innovation. National Innovation System. Economy. Research and development. Evolutionary economists.

LISTA DE ABREVIACOES

CSD	Capitalismo, Socialismo e Democracia
EUA	Estados Unidos da América
NSB	National Science Board
NSF	National Science Foundation
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OSRD	Office of Scientific Research and Development
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
SLI	Sistema Linear de Inovação
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SS	Science Studies
TDE	Teoria do Desenvolvimento Econômico
UE	União Europeia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 A NATUREZA DA CIÊNCIA	18
1.1 Cosmologia, ambiente institucional e mental	20
1.1.1 <u>Teólogos: intérpretes das Escrituras Sagradas e da Natureza</u>	20
1.1.2 <u>As ideias e batalhas que impulsionaram a ciência moderna</u>	21
1.1.3 <u>Cosmologia aristotélica-ptolomaica e a medicina no mundo sublunar</u>	23
1.1.4 <u>As universidades e a Escolástica</u>	26
1.1.5 <u>Os filósofos naturais em busca da verdade da natureza</u>	28
1.1.6 <u>Francis Bacon e o método indutivo</u>	30
1.1.7 <u>Galileu e a fundação da física clássica</u>	33
1.1.8 <u>Descartes e o mecanicismo</u>	37
1.1.9 <u>Newton e a simplicidade do Universo</u>	41
1.2 A ciência e a técnica	49
1.2.1 <u>A importância da técnica para a nova ciência</u>	51
1.2.2 <u>A importância da ciência para a técnica</u>	53
1.2.3 <u>A consumação do programa baconiano</u>	55
1.2.4 <u>A comunicação e o <i>ethos</i> científico</u>	59
1.3 As bases e objetivos da ciência	62
2 O AVANÇO DA TECNOCIÊNCIA E OS IDEAIS DA CIÊNCIA	64
2.1 Ciência, poder e riqueza	65
2.2 Schumpeter e a inovação	76
2.2.1 <u>Prosperidade, recessão e crédito</u>	82
2.2.2 <u>Destruição criativa</u>	85
2.3 A ciência e o Sistema Nacional de Inovação	89
2.3.1 <u>SNI: o modelo teórico</u>	89
2.3.2 <u>A família Frascati e o SNI</u>	94
2.3.3 <u>O SNI e a ciência</u>	98
2.4 Ciência e desenvolvimento	102
3 ORIGINALIDADE E INOVAÇÃO	105
3.1 As implicações epistêmicas da relação entre originalidade e inovação	106
3.1.1 <u>Originalidade e a prática científica</u>	106

3.1.2	<u>A originalidade e o conhecimento da natureza</u>	112
3.1.3	<u>A originalidade e o SNI</u>	117
3.2	A ciência, a aceleração e a inovação tecnológica	120
3.2.1	<u>Ciência, inovação e acaso</u>	124
3.2.2	<u>Tempo: um bem escasso que ameaça a incerteza e a serendipidade</u>	127
3.3	A equivalência entre originalidade e inovação	131
3.4	Originalidade e o desenvolvimento da ciência	135
3.5	As consequências do SNI para a ciência	139
	CONCLUSÃO	142
	REFERÊNCIAS	148

INTRODUÇÃO

Desde o final da década de 1980, governos nacionais, agências multilaterais de cooperação internacional, instituições de pesquisas científicas, universidades, agentes econômicos públicos e privados mobilizam recursos econômicos e cognitivos para acentuar a sinergia entre ciência, desenvolvimento de tecnologia e inovação. Governos de países de economias de alta, média ou baixa renda¹ elaboram suas estratégias políticas e destinam recursos públicos para fomentar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação. Legislações são modificadas, agências públicas são instituídas e inúmeros agentes sociais são mobilizados para que a produção científica, sobretudo aquela desenvolvida na área das ciências naturais e da vida, seja capaz de gerar não só o bem-estar da sociedade, mas ativos que elevem a riqueza nacional e, quiçá, dotem o país de vantagens econômicas e de poder geopolítico.

Procedimentos de monitoramento e construção de indicadores ganham destaque no noticiário e em publicações especializadas. A narrativa de que o investimento em ciência, tecnologia e inovação se torna condição fundamental para a obtenção de bens e serviços que assegurem o bem-estar socioeconômico e a sustentabilidade da biosfera para que gerações futuras possam dela fruir associa-se à necessidade de empresas produzirem novos artefatos para ingressarem no circuito de uma sociedade de mercado e garantir a rentabilidade empresarial. Assim, a produção científica adquire considerável importância, independente de controvérsias como o sentido de distinguir ciência pura de ciência aplicada. Parece existir um consenso entre sociedades domésticas e governos nacionais quanto ao valor da ciência e do desenvolvimento de pesquisas para gerar tecnologias e inovações.

Em tais circunstâncias, cuja demanda por tecnologia e inovação aumenta significativamente, é razoável considerar que o impacto dessa configuração técnico-social não se limite a grupos sociais, que adquirem novos hábitos a partir do consumo de artefatos e são convencidos por argumentos apologeticos em favor da tecnologia e da inovação. Agentes governamentais ou agentes econômicos da esfera privada, instituições de pesquisa e universidades também estão convencidas da necessidade de investir em ciência, tecnologia e inovação.

A reputação dada à pesquisa agregada à inovação tem adquirido imensa pujança e atualmente incide diretamente na forma de produzir conhecimento científico. Principalmente

¹ Esta terminologia tem como referência os critérios definidos arbitrariamente pelo Banco Mundial. Para mais informação ver <http://data.worldbank.org/about/country-and-lending-groups>

sobre aspectos que estão na base da produção da ciência, como os relacionados ao *ethos*² e à epistemologia.

Investigar como o conhecimento científico é construído, como determinada crença se estrutura a partir da observação ou de experimentos, da formulação de teorias, bem como avaliar se determinada alegação é verdadeira ou falsa, tudo isso é parte do trabalho da filosofia da ciência que parece adicionar novos conteúdos a essas questões. Indagações como a de avaliar o grau de influência dos efeitos da necessidade de se criar artefatos tecnológicos sobre as alegações científicas; problematizar o que é inovação científica ou ciência inovadora, dentro de um contexto socioeconômico cuja obsolescência de artefatos aumenta exponencialmente; pesquisar sobre os aspectos éticos e epistêmicos que subjazem a práticas cientificamente consideradas inovadoras; saber o quanto a necessidade de inserir artefatos inovadores ao circuito de consumo altera a agenda científica, tornando-a mais seletiva, com consequências para o futuro da ciência básica, que, normalmente está desvinculada do atendimento às necessidades urgentes demandadas por fatores econômicos ou mercadológicos; ou, sob uma perspectiva de viés internalista, considerar que possíveis problemas adviriam se a inovação passasse a se tornar critério de validação da prática científica. Desta, deriva outra questão não menos importante para o caso, a saber, quais procedimentos epistêmicos atestariam que determinada alegação científica seja original ou inovadora³.

Todo esse contexto passa a ser objeto de análise de vários campos do conhecimento. Economistas, sociólogos⁴, estudos do desenvolvimento da tecnologia, entre outros, analisam criticamente o atual fenômeno que valoriza o conhecimento. Dentro dessa constelação de críticos, há os que identificam positividade e os que se preocupam com as consequências negativas desse contexto. No entanto, independente das considerações sobre os efeitos que a relação entre ciência e inovação geram, o volume de pesquisas sobre o tema começa a crescer. Só que ele ainda é abordado timidamente pela filosofia da ciência. Com isso, muitas questões que o contexto evidencia ou sugere ocupam a agenda de pesquisa dos grupos que estudam

² *Ethos* aqui é no sentido definido pelo sociólogo da ciência Robert K. Merton, no texto do mesmo autor *A ciência e a estrutura social democrática* (MERTON, 2013; REIS, 2010).

³ Inovação, nesta dissertação, não deve ser confundida com originalidade, pois inovação está relacionada à teoria econômica e ao desenvolvimento das firmas, conforme a teoria do desenvolvimento do capitalismo elaborada pelo economista Joseph Alois Schumpeter (1883-1950).

⁴ Termos como “aqueles”, “homem”, “o”, nome de profissões com o gênero masculino, etc, devem, nesta dissertação, ser tomados como expressões equivalentes a “aquela/s”, de “homem e mulher”, “o / a”, “socióloga e sociólogo”, “filósofo e filósofa” e assim por diante.

ciências, tecnologia⁵ e sociedade, aqueles que se dedicam à economia da ciência, mas raramente a agenda de trabalho da filosofia da ciência. É inegável que a filosofia da tecnologia aborda uma das partes dessas relações entre ciência, inovação e tecnologia, mas não propriamente o viés epistêmico relativo aos valores ou, por exemplo, aos critérios de escolhas utilizados pelos cientistas quando estão diante de teorias ou hipóteses concorrentes.

Dessa forma, a presente dissertação, mesmo tendo o desafio de encontrar dificuldades comuns a qualquer pesquisa sobre fenômenos sociais em que o material produzido sobre o tema ainda é escasso e inconcluso, pretende analisar essa relação entre inovação e produção científica na dimensão epistêmica da prática da ciência. Não se trata aqui de analisar ou reconstruir conceitos que já foram explorados por filósofos, pouco menos de analisar o pensamento de determinado filósofo. Tampouco analisar-se-á conceitualmente originalidade ou investigar-se-á a psicologia da originalidade. A empreitada, mesmo se apoiando em estudos pgressos e contemporâneos de filósofos, historiadores, economistas e sociólogos, é a de analisar os efeitos de uma cultura material e simbólica. Portanto, em se tratando de um critério epistêmico como originalidade, não pode ser analisada de uma perspectiva apenas econômica. Nesse sentido, espera-se desenvolver um trabalho em que a filosofia é praticada dentro de uma perspectiva de atitude cognitiva ou metateórica que busca entender os fundamentos ou a genealogia de determinado fenômeno na interação com o mundo social. No caso, as consequências da imbricação entre inovação e ciência para a prática científica.

A questão pesquisada já está explicitada no título e a hipótese que movimenta a pesquisa é a de que toda essa “cultura inovacionista”⁶ também impacta a prática científica. Mesmo considerando que a ciência é uma das instituições sociais que consegue garantir um elevado nível de autonomia dentro da estrutura social, como veremos no desenvolvimento desta dissertação. Dessa forma, no sentido de ser mais específico, o principal objetivo do presente trabalho é analisar os efeitos desse ambiente intelectual e material assumido por

⁵ Ao longo desta dissertação tecnologia e tecnociência são designações distintas. Esta refere-se ao período em que os estudos sobre a relação entre ciência e artefatos técnicos e os processos aplicados para a produção destes ainda não faziam parte de um campo de conhecimento sistematizado. Enquanto que tecnologia se refere não só a artefatos e processos de produção, mas também há um corpo de conhecimento que analisa a técnica e a relação entre esta e a ciência (CUPANI, 2011, p.11-29; DULSEK, 2009, p.52-54; PRUD’HOMME, DORAY, BOUCHARD, 2015, p.228-231).

⁶ Com esta locução, utilizada ao longo deste trabalho, procura-se indicar o ambiente mental e material predominante em boa parte das sociedades contemporâneas, independente do regime político, econômico e das suas características culturais, que reconhecem a importância de inovar em várias dimensões da vida e das relações sociais para garantir o bem-estar. Portanto, neste caso, inovacionismo, um neologismo que deriva do mesmo universo semântico da palavra inovação, não se restringe apenas ao circuito econômico, como defenderam Schumpeter e os economistas neoschumpeterianos. Pelo fato de não ter encontrado esta expressão - cultura inovacionista - em nenhuma das obras consultadas para esta pesquisa, antecipadamente peço desculpas se porventura alguma referência estiver sendo omitida.

agências de fomento de ciência, por firmas, governos, instituições de pesquisa, elaboradores de políticas públicas de ciência, que valoriza hiperbolicamente resultados tecnologicamente inovadores, sobre o valor epistêmico originalidade.

Para dar conta minimante das questões que o objetivo da pesquisa exige e das dificuldades já expostas dentro da filosofia da ciência, os marcos teóricos que servem de inspiração, “fortaleza” ou “catapulta” podem ser encontrados nos trabalhos daqueles que constituíram o que se passou a denominar Nova Filosofia da Ciência⁷ e Science Studies (SS)⁸. Trata-se de filósofos, historiadores, antropólogos e sociólogos que analisam a ciência dentro de uma perspectiva que rompe com a imagem de ciência tradicional ou de uma epistemologia fundacionista. São autores que rompem com a tradição da epistemologia da ciência que dividia a prática dos cientistas em contexto de descoberta e contexto de justificação, como uma prática unificada, a-histórica e universal. A filosofia da ciência tradicional concentrava o seu trabalho no contexto de justificação e na lógica da ciência, assumindo um elevado grau de prescritivismo, ignorando influências externas. Portanto, o ponto de partida desta abordagem se compromete com uma imagem de ciência que considera a relevância e a influência de fatores políticos, sociais, econômicos, institucionais e culturais na produção científica.

A metodologia adotada para a produção desta dissertação pesquisou a bibliografia da história da ciência, com destaque para o período do século XVI ao início do século XIX, e a leitura de fontes primárias produzidas por filósofos naturais do período supracitado, apresentados nesta pesquisa. Investigaram-se documentos produzidos por agências de fomento e responsáveis pela implementação de políticas científicas nos Estados Unidos da

⁷ A “nova filosofia da ciência” é a expressão utilizada para se referir ao amplo grupo de filósofos que se opuseram às pretensões normativas, de edificar princípios lógicos e universalistas para a prática da ciência no início do século XX. A principal corrente filosófica que concentrou esforços nessa direção fundacionista foi o Positivismo Lógico. Enquanto os neopositivistas buscavam na lógica uma tradução universalista, a unificação das ciências, para as alegações científicas e definições de critérios que demarcassem ciência e não ciência, a fronteira entre contexto de descoberta e contexto de justificação, procurando eliminar a presença da metafísica na ciência, filósofos como Gaston Bachelard, Michael Polanyi, Willard Quine, Paul Feyerabend, Nordwood, Thomas Kuhn, entre outros, assumiram uma descrição de ciência que identifica a impossibilidade de estabelecer a ciência sobre bases fundacionistas. Para esses autores, estabelecer critérios de demarcação, criar uma linguagem lógica capaz de unificar as ciências, por exemplo, são tentativas vãs mediante a força das determinações sociais, psíquicas, culturais e econômicas que incidem de diferentes maneiras na produção científica.

⁸ Evidente que há entre os autores do SS diferenças metodológicas e de ideias que servem de fio condutor para as pesquisas, mas, numa visão de conjunto, podemos identificar algumas ideias comuns, a saber, (i) rejeição da distinção entre contexto de descoberta e contexto de justificação, (ii) incorpora a ideia de que a ciência é feita localmente e de que ela se desloca de um lugar para outro podendo, com isso, alterar suas formas e conteúdos, inclusive nos locais em que a ciência é recebida, (iii) as biografias são úteis como instrumentos metodológicos para perceber as relações entre ciência, sociedade e cultura, (iv) a ciência não se reduz à produção de teorias, mas também abarca com igual importância os domínios da experimentação e instrumentação e, por fim, (v) os “erros” e os “acertos” científicos devem ser explicados simetricamente (VIDEIRA, 2005, p.70-83).

América (EUA), pela Comissão de Ciência e Tecnologia do Parlamento da União Europeia e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Todos os documentos pesquisados dessas instituições tratam apenas das políticas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Inovação e apresentam indicadores e diretrizes para a efetivação do Sistema Nacional de Inovação (SNI). Ainda para tratar do SNI investigaram-se as principais obras econômicas de Schumpeter – o teórico da inovação – e os principais economistas evolucionários, que se inspiraram no economista austríaco e influenciam na construção das políticas científicas das agências públicas nacionais e agências multilaterais.

Dentro do campo da filosofia e da epistemologia da ciência pesquisou-se os trabalhos dos Karl Popper (1902-1994) e Thomas Kuhn (1922-1996), e cientistas-filósofos como David Bohm (1917-1992) e John Ziman (1925-2005). Além disso, em função do tema ainda estar em constante análise, pesquisou-se muitas publicações em revistas especializadas em sociologia, história e filosofia da ciência. Outra parte relevante da metodologia de pesquisa, ao se levar em conta a impossibilidade de realizar estudos de caso ou uma pesquisa direta com os cientistas, foi a leitura sistemática de periódicos científicos, principalmente na área da física, biologia e ciências médicas; além de outros autores e obras que, em relação ao tema, ocupam uma posição marginal, mas cuja importância dentro do conjunto geral da pesquisa é inegável. Conversas assistemáticas com alguns cientistas e pesquisadores de áreas das ciências da vida e da natureza foram realizadas e inegavelmente tiveram muita serventia.

A dissertação foi dividida em três capítulos e mais a conclusão. No primeiro, são apresentados os elementos e as pesquisas desenvolvidas no período de formação da ciência moderna. Os pressupostos metafísicos, as diferentes ontologias, o declínio da tradição escolástica e da cosmologia aristotélica-ptolomaica, bem como o início da formação do “método científico” são apresentados através de filósofos naturais como Francis Bacon (1561-1626), Galileu Galilei (1564-1642), Rene Descartes (1596-1650) e Isaac Newton (1642-1727). As transformações institucionais e o avanço do conhecimento de determinados fenômenos da natureza são destacados e o quanto tais avanços foram importantes para o desenvolvimento da tecnociência da industrialização ao final do século XX. As seções e subseções do primeiro capítulo são impulsionadas pelas concepções de que a ciência moderna se desenvolveu, de acordo com o programa de pesquisa de Bacon, tendo dois ideais, a saber, compreender a natureza e ser útil para o bem-estar humano.

O segundo capítulo trata do avanço e da importância da ciência para o desenvolvimento socioeconômico. Destacam-se as principais ideias de Schumpeter, sobretudo o conceito de inovação e a sua influência para os economistas evolucionários. Estes deram

continuidade ao seu pressuposto de que a inovação é a fonte primária do desenvolvimento do capitalismo. No mesmo capítulo, são apresentadas a teoria do SNI, uma análise das agências públicas e multilaterais como a OCDE, que são influenciadas pela teoria dos economistas evolucionários. Analisa-se a relação entre o SNI e a ciência, a importância das pesquisas fundamentais para as inovações radicais e indicadores que contribuem para avaliar as consequências dessa relação.

No último capítulo, se analisa a relação entre originalidade e inovação, levando em consideração a importância dos valores epistêmicos para a escolha de teorias, especialmente o valor originalidade. Procura mostrar a importância de se produzir teorias originais para a ciência, mesmo sabendo que a ocorrência de teorias ou hipóteses científicas com tal característica é rara. A importância da questão do tempo, de um ambiente que assegure a liberdade de pesquisa e de condições para que as pesquisas possam ser desenvolvidas com segurança e dentro da racionalidade científica também é ressaltada. Dessa forma, os cientistas precisam de tempo para que a pesquisa avance e o acaso e as incertezas, que são partes constitutivas do processo cognitivo científico, tenha espaço para ocorrer.

Na conclusão, finalmente, são apontadas as consequências da relação entre inovação e originalidade no interior da prática científica e para a filosofia da ciência. Evidente que tais consequências, que impactam a comunidade científica, suas instituições e seus profissionais, não poupam a sociedade como um todo, provocando uma radical alteração naquilo que foi projetado ou idealizado por Bacon. Já que hodiernamente a ciência passa cada vez mais a atender os interesses pragmáticos da sociedade.

1 A NATUREZA DA CIÊNCIA

Existem diferentes imagens para representar o percurso da ciência moderna que floresceu no continente europeu no limiar do século XVII. No entanto, para atender aos propósitos deste capítulo, escolheu-se o mito de Janos⁹ como imagem arquetípica para representá-la. Certamente não é uma ideia genuína lançar mão de um mito tão utilizado para ressaltar metaforicamente o comportamento de determinada instituição, de pessoa ou de qualquer outro agregado social que aparenta um corpo com concepções e práticas homogêneas. Entretanto, acabam por refletir um quadro destoante configurando às vezes disputa de rumo ou sentido, dentro de uma inevitável e constante tensão impelida por forças ora equivalentes ora desiguais. Portanto, fazer referência ao mito dá sentido à analogia sugerida, sobretudo quando o ponto de partida utilizado para caracterizar a natureza da ciência é o seu período originário, quando se formava um corpo de conhecimento com objetivos distintos e dotado de diferentes proporções.

Nas primeiras seções deste capítulo é apresentada, dentro da extensão temporal do século XVII, parte do trabalho de filósofos como Francis Bacon, Galileu Galilei, René Descartes e Isaac Newton, com destaque para questões e fatos que ajudaram a dar vida e corpo à ciência moderna; procurou-se situar o trabalho desses filósofos naturais ávidos por investigar as regularidades da natureza dentro de um ambiente em que a cosmovisão, as instituições e as estruturas mentais estavam sob a influência hegemônica da cosmologia aristotélica-ptolomaica; evidenciar aquelas iniciativas que, devido ao conjunto de procedimentos e aspectos de ordem epistêmica, metodológica, ontológica e metafísica, ajudam a compreender a genealogia de características que ainda estão na ciência contemporânea e ajudaram a debelar a cosmovisão predominante que os teólogos, apoiados nas Escrituras Sagradas, e toda a tradição escolástica preservavam.

Nas subseções de A ciência e a Técnica será exposta a “outra face” da ciência, cujo *télos* mira na obtenção de resultados práticos. Como se consumassem a fábula de Francis Bacon, Nova Atlântida, filósofos naturais e cientistas, em consonância com os interesses de estadistas e empreendedores, com o auxílio de engenheiros e de todos que dominam a arte de produzir artefatos para “enganar” a natureza, ampliando a sua força ou mesmo contendo-a,

⁹ O mito romano era o guardião do universo, o responsável por abrir e fechar todas as coisas, além de ter uma face voltada para trás e a outra para frente, o que lhe proveria de sabedoria para sempre conhecer o passado e prever o futuro.

transformam a ciência em artifício com a capacidade de alterar as condições materiais do cotidiano, os meios de produção das fábricas e do campo, o poder de estabelecer a guerra ou a paz. A ciência se transforma em um empreendimento que se associa à técnica, à *arte*, para servir aos interesses práticos, ao bem-estar social e à ampliação da riqueza e do poder. O período utilizado para demonstrar esse *télos* da ciência é o final do século XVIII, início da Revolução Francesa, a Alemanha do século XIX e a primeira metade do século passado, quando a ciência, a partir desse período da história contemporânea, passa a viver sob suspeição.

No final deste capítulo, trata-se de mostrar que *pari passu* à formação da ciência se instituiu um *ethos* científico – normas não escritas, de acordo com tipos ideais descritos por Robert Merton–, valores e virtudes epistêmicas consistentes o suficiente para estabelecer a coesão entre cientistas, contribuir para estabilidade institucional e, fundamentalmente, produzir um grau de universalidade de procedimentos para a escolha e a validação de determinada teoria ou lei. Para a formação de todas essas ideias que impactam na forma de se fazer ciência, além do trabalho contínuo de gerações de filósofos naturais e cientistas, se tornou necessário o surgimento de academias de ciências, de se estabelecer uma maneira de comunicação entre os cientistas e de apresentar ao público leigo os resultados das pesquisas, encontrar pessoas ou criar instituições para assegurar que os custos de um estudo, sejam eles para a compra ou produção de equipamentos ou para a remuneração dos envolvidos na atividade, possam ser cobertos.

Esses são alguns eventos e circunstâncias que ajudaram a formar um conjunto de características que resultaram na identidade da atividade científica. Eles constituem um conjunto de procedimentos operativo e ideológico que dão substância a referências ou a padrões epistêmicos, metodológicos e éticos suficientes para ainda conferir à lida científica credibilidade razoável em uma sociedade de leigos e à própria comunidade de cientistas.

Por fim, recomenda-se não se esperar deste capítulo um trabalho exaustivo sobre a história da ciência, algo que fugiria do objetivo desta pesquisa. Voltar-se para a história da ciência foi um recurso encontrado para destacar resumidamente os aspectos essenciais que auxiliem na coerência do trabalho e de se chegar ao objetivo principal.

1.1 Cosmologia, ambiente institucional e mental

1.1.1 Teólogos: intérpretes das Escrituras Sagradas e da Natureza

Não é descabido ou anedótico, mesmo com todo o conhecimento existente sobre a formação da ciência moderna¹⁰, quando se pretende destacar determinadas circunstâncias e aspectos, afirmar que essa ciência nasceu do empenho de eruditos impulsionados pela curiosidade e disposição cognitiva para conhecer as ‘verdades’ da natureza. A ‘verdade’, para esses *filósofos naturais*, deveria ser conquistada por vias e métodos diferentes daqueles que predominavam entre a segunda metade do século XVI e a primeira metade do século XVII. Um período em que, mesmo com as realizações da revolução científica, ainda prevalecia a ontologia dualista da cosmologia aristotélica-ptolomaica, e a teologia era um dos principais campos do conhecimento com autoridade social para responder tanto às questões relativas à fé como sobre os ‘enigmas’ da natureza terrena. A leitura das Escrituras Sagradas, em um mundo onde o catolicismo dominava, era o principal meio tanto para se conhecer as palavras de Deus e encontrar os caminhos da ‘salvação’ quanto para ‘compreender’ porque os planetas e as estrelas giravam entorno da Terra e as razões da Terra ser o lugar da geração e da corrupção dos corpos.

O trabalho desses filósofos naturais, iniciado no continente europeu, seguramente foi um dos empreendimentos que marcou o início da modernidade. As ideias originais desses eruditos e doutos a respeito das questões naturais provocaram uma revolução intelectual, ajudaram a fixar uma nova cosmovisão, a produzir consequências materiais que transformaram ou influenciaram quase todas as culturas da Terra. Esses filósofos, muitos deles formados dentro da tradição escolástica, foram capazes de instituir uma nova forma de as pessoas relacionarem com o mundo radicalmente transformada, a partir do conhecimento e da subtração daquilo que lhes convinha das diferentes tradições, como o aristotelismo, o neoplatonismo, o humanismo, etc.

¹⁰ Historiadores da ciência como Principe (2011) apresentam uma imagem de ciência mais nuançada, cuja distinção entre a ciência que procura compreender os fenômenos e entidades da natureza e a ciência que visa atender interesses práticos é um esforço inócuo, na medida que ciência e técnica estão inextricavelmente conectadas. Além do que, outras tantas pesquisas historiográficas apresentam acuradamente as contradições presentes na formação da ciência e tentam eliminar uma história hagiográfica ou aquele tipo de história da perspectiva dos ‘vencedores’.

Muitos desses fundadores da ciência moderna consideravam que a autoridade das Escrituras Sagradas para questões de fé era inquestionável, no entanto, a mesma consideração não era dada às Escrituras quando se tratava de compreender ou explicar os eventos terrestres e celestiais¹¹. Para tais questões, as Escrituras Sagradas, as interpretações dos teólogos, as teses milenaristas, a tradição mágico-hermética, de modo geral, tinham muito pouca serventia para compreender a natureza.

Os meios confiáveis para os filósofos naturais descobrirem os ‘segredos da natureza’ consistiam na união de vários procedimentos mentais e práticos. Era necessário levantar hipóteses, utilizar ou produzir instrumentos adequados para auxiliar na observação acurada do fenômeno, executar experimentos repetidamente controlados e registrar com detalhes os processos e os resultados, aplicar o conhecimento matemático, até então restrito ao uso técnico para a produção de artefatos mecânicos e edificações, para mensurar e representar os fenômenos da natureza, demonstrar os resultados alcançados com a investigação capaz de apresentar o mundo ‘objetivo’, entre outros procedimentos.

1.1.2 As ideias e batalhas que impulsionaram a ciência moderna

Toda essa movimentação intelectual estava inserida na revolução científica que iniciara no século XV. Os feitos desse período, que implicaram nas ideias, na técnica e na materialidade do mundo, colaboraram profundamente para o surgimento da ciência moderna. Das ideias de Francesco Petrarca (1304-1374), considerado o primeiro grande humanista, até as primeiras descobertas de Galileu Galilei, muitas transformações aconteceram. Houve a invenção da prensa tipográfica por Gutemberg, que possibilitou a difusão do conhecimento escrito em livros; ocorreu o movimento humanista com Leon Battista Alberti (1404-1472), Lorenzo Valla (1407-1457), Nicolau de Cusa (1401-1464), Marsilio Ficino (1433-1499) e outros pensadores. Essas ideias foram o prelúdio de uma nova maneira de as pessoas se conectarem com assuntos relativos à fé, à política, à natureza e ao comércio. O movimento humanista colaborou para o desenvolvimento, a partir da interpretação e tradução de textos clássicos da filosofia, do ceticismo, como é o caso de seu grande representante, Michel de

¹¹ Mesmo com essa crítica, filósofos naturais como Galileu procuraram mostrar o quanto suas teorias e confirmações empíricas também encontravam confirmações nas Escrituras Sagradas (ROSSI, 1992, p.87-118)

Montaigne (1533-1592), e do neoplatonismo renascentista que influenciará muitos filósofos naturais do século XVI, inclusive, talvez o mais referenciado daquele período, Galileu Galilei.

Nesse mesmo intervalo temporal, aconteceu a Reforma Protestante e o Concílio de Trento – uma ação da Igreja em direção à Contra-Reforma, que acabou dando poderes à Ordem dos Jesuítas para reformular parte do conteúdo das suas instituições de ensino. Com isso, os Jesuítas puderam incorporar em seus quadros mais astrônomos e matemáticos para darem aula, além de serem os Jesuítas a principal ordem religiosa a acompanhar as expansões marítimas. O que os colocava em uma condição privilegiada para acessar e registrar novos conhecimentos (PRINCIPE, 2011, p.59-63). Ainda antecedendo o século XVII, Nicolau Copérnico (1473-1543) publica a sua obra *De Revolutionibus*. Entre os seus dez capítulos, com tantas teses originais, há a que afirma que a Terra se move em um círculo orbital em torno do seu centro, girando também sobre o seu eixo. Os diferentes acontecimentos sociais, religiosos, políticos, econômicos, tecnológicos e intelectuais foram vitais para que uma nova cosmovisão e conhecimento sobre a natureza pudesse se desenvolver. Mas a nova etapa da história das ideias também esteve envolvida em grandes disputas e antagonismos.

A ciência que floresceu no século XVII incorporou, em alguma medida, ideias da tradição escolástica e de tantas outras que surgiram ou foram revigoradas no Humanismo. A formação da ciência, na passagem do século XVII até o final do século XVIII, exigiu a movimentação de pessoas, instituições e pensamentos de maneira tão intensa e imbricada que, certamente, impossibilita a qualquer pesquisador ou pesquisadora deslindar esse emaranhado de ocorrências com precisão suficiente para apresentar todas as ideias e fatos mobilizados de maneira clara e distinta. Em um sentido similar, também parece temerário creditar a uma mente genial ou a uns poucos a responsabilidade pela instituição de um fenômeno social como a ciência que atualmente é considerado imprescindível para o desenvolvimento da sociedade contemporânea.

Acompanhando a reflexão acima, Paolo Rossi, ao se referir à ‘nova ciência’, destaca a impossibilidade de se construir uma imagem unitária da ciência moderna:

Alternativas, escolhas entre teorias, entre modos diferentes de ver o mundo e de entender a ciência estão sempre em ação em toda a história da ciência. Nelas estão presentes cânones explicativos variáveis, métodos diversos, tradições de pesquisa diferentes e contrastantes, imagens diversas e às vezes opostas da ciência. Baconismo, galileísmo, cartesianismo, newtonismo, leibnizianismo, como o termo aristotelismo, são certamente etiquetas que recobrem tendências e problemas diversos: são entidades não facilmente isoláveis, variáveis no tempo, mas são sem dúvida também programas ou tradições filosóficas e científicas em competição entre si. Em torno desses programas (ou, se preferirmos, dessas metafísicas), que implicam modos diferentes de conceber a ciência e de praticá-la, são construídas e consolidadas, no início da Idade Moderna, as novas ciências da natureza (ROSSI, 1992, p. 123).

Desta maneira, pode-se afirmar que o século XVII foi um período da História Moderna marcado por infindáveis batalhas (ANDERSON, 2004, p.15-41). Essas poderiam se limitar a disputas intelectuais, cuja vida não corria grandes riscos, ou poderiam ser batalhas em que a morte de quem estava em um dos dois lados da disputa era certa. Enquanto papistas, protestantes, reinados e principados transformavam a Europa em um grande campo de batalhas, ao lutarem entre si, muitos com o fito de ampliar o poder, a riqueza e a órbita de influência política no continente e nas novas terras ‘descobertas’, filósofos naturais como Francis Bacon, Galileu Galilei, Marin Mersenne (1588-1648), Thomas Hobbes (1588-1679), Pierre Gassendi (1592-1655), René Descartes, Blaise Pascal (1623-1662), Robert Boyle (1627-1691), Isaac Newton e Gottfried W. Leibniz (1646-1716), para ficar entre aqueles de maior notoriedade, procuravam, contra a tradição, estabelecer novos conhecimentos. O empreendimento desses filósofos naturais impactou o bastante para a renovação da astronomia, da física; para se ter nova metodologia de investigação dos fenômenos e entidades da natureza; realizações que foram acompanhadas por novos pressupostos metafísicos e ontológicos. No entanto, essa batalha não era travada apenas entre filósofos naturais e teólogos, autoridades eclesiásticas e outros defensores da tradição aristotélica-ptolomaica. Ela também acontecia entre os próprios filósofos naturais, com suas ideias que nem sempre eram inequívocas.

1.1.3 Cosmologia aristotélica-ptolomaica e a medicina no mundo sublunar

A construção de uma nova imagem do mundo e uma maneira alternativa à tradição para compreender a natureza contribuíam para a disputa intelectual dentro de novos parâmetros éticos e institucionais. Aqueles que desejavam arrancar os “segredos da natureza” viviam em um ambiente cultural cuja ontologia era aristotélica-ptolomaica com a incorporação das ideias de São Tomás de Aquino¹². A natureza era dividida em mundo sublunar e mundo supralunar.

¹² São Tomás de Aquino (1225-1274) foi o teólogo responsável pela conciliação entre muitas das ideias de Aristóteles e as Escrituras Sagradas da Bíblia. Antes desse trabalho de conciliação, as incongruências e os antagonismos entre a cosmologia e a física de Aristóteles e as interpretações que os teólogos faziam das Escrituras eram suficientes para que o pensamento de Aristóteles fosse repudiado com vigor pelas autoridades supremas da Santa Igreja.

O mundo supralunar é o mundo dos céus, das setes esferas celestiais e cristalinas, tendo cada uma o seu planeta. A esfera da Lua era o céu mais próximo da Terra. Nessa astronomia, com base nas ideias de Ptolomeu que se ajustara ao aristotelismo da escolástica, há a “esfera divina”, que é o limite do universo e transporta as estrelas fixadas em sua superfície. A “esfera divina” é o primeiro móvel, responsável pela rotação de todas as outras esferas, que realizam o movimento perfeito, eternamente circular, sem início e sem fim.

No mundo supralunar nada se altera, tudo é perene e os movimentos e as superfícies são regulares. Nele nada nasce e nada morre, tudo é imutável e eterno. As estrelas e os planetas que orbitam em torno da Terra têm na composição apenas um elemento divino, a quinta-essência – o éter. Este é sólido, cristalino, imponderável, transparente e inalterável, o elemento das esferas celestiais, preenche completamente o mundo supralunar. Graças a essa configuração, com a quinta-essência, nada impossibilita de se ver da Terra – que fica sempre imóvel, localizada no centro do Universo – as estrelas fixadas na “esfera divina” e os sete planetas¹³ das diferentes esferas celestiais.

O mundo sublunar é o mundo terrestre, lugar das alterações, do nascimento e da morte, cujos elementos dos corpos são a terra, a água, o ar e o fogo. No mundo sublunar a física é aristotélica, o movimento natural dos corpos é retilíneo, variado e limitado e depende da composição e proporção dos quatro elementos para alcançarem o seu lugar natural – o corpo mais pesado se dirige para baixo, enquanto que o mais leve se dirige para cima. Nessa física há o movimento violento, sempre ocasionado pela ação de uma força externa. Enredadas a toda essa física dos corpos do mundo das necessidades e contingências, com todas as ressignificações e adaptações produzidas durante dezenas de séculos, estavam presentes as quatro causas do movimento – material, eficiente, formal e final, e os quatro tipos de movimento – substancial, qualitativo, quantitativo e local, da física de Aristóteles.

O conceito de movimento na física aristotélica não coincide com a ideia de movimento da física dos modernos. Em geral, movimento é toda passagem do ser em potencial para o ser em ato. Para Aristóteles, tal movimento se configura como *movimento no espaço, como alteração* nas qualidades, como *geração e corrupção* na esfera do ser. No “movimento” são implicados fenômenos físicos e fenômenos que nós denominamos químicos e biológicos. O movimento não é um *estado* dos corpos, mas um devir ou um processo. Um corpo em movimento não muda somente em relação a outros corpos: ele próprio, por estar em movimento, está sujeito à mutação. O movimento é uma espécie de *qualidade* que afeta o corpo (ROSSI, 2001, p. 35-36, grifo do autor).

¹³ Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno.

Toda essa ontologia combinava a física de Aristóteles com a cosmologia de Ptolomeu. Portanto, a empresa iniciada no século XVI por Copérnico, que apresentou outro sistema mundo, cujo Sol, e não a Terra, era o centro do universo, ainda não fora suficiente para alterar definitivamente a distinção ontológica que dividia o mundo, nutria a concepção de um cosmos ordenado e finito, onde cada entidade ou constituinte possuía seu lugar próprio. Ainda não fora capaz de substituir uma ciência com caráter puramente qualitativo, que buscava encontrar as essências das entidades e, pouco menos, eliminar a importância das Escrituras Sagradas da Bíblia para entender o funcionamento do Universo.

Dentro deste Universo que formava uma cadeia ordenada de causas, de substâncias e essências, estava o gênero humano, que se submetia à lei da causalidade dos céus e recorria ao conhecimento da medicina para tratar da interação entre o corpo humano e o mundo natural.

A medicina, antes de incorporar as ideias inovadoras desenvolvidas a partir do século XVII, quando passou a compreender o funcionamento do corpo e das entidades microscópicas, que ajudavam aos poucos a desvelar os mistérios da saúde e da doença, era um conhecimento formado por uma miscelânea de influências. Essas vieram da teologia cristã, da cosmologia aristotélica, da teoria neoplatônica que estabelecia uma correlação entre o cosmos e o corpo humano – este era interpretado como microcosmo, de acordo com a teoria neoplatônica da ‘simpatia’ –, da astrologia, do Zoroastro, da Magia, da Alquimia, do saber médico de Cláudio Galeno de Pérgamo (c.129-200 d.C.) e de tantas outras tradições.

As ideias de Galeno, que apreendeu muitos princípios de Hipócrates (460 a.C.-377 a.C.), eram as mais influentes dentre muitas que procuravam justificar o estado de saúde humano ou a maneira de encontrar a cura para alguma enfermidade. Galeno, mesmo com o trabalho de muitos anatomistas, ocupou grande espaço na profilaxia e no tratamento de doenças antes e durante a revolução científica. Para Galeno, importante médico grego, a saúde ou a doença estavam diretamente condicionadas aos quatro fluídos corporais (o sangue, a fleuma – linfa, soro, muco nasal, saliva, muco intestinal –, a bÍlis e a bÍlis negra), enquanto que o fÍgado, o coração e o cérebro formavam uma tríade, fonte reguladora da vida (ROSSI, 2001, p. 303). Todas essas ideias foram reforçadas pela medicina árabe, especialmente por Avicena e Averróis. A força dessa confluência de tradições pode ser reconhecida nas ideias de Paracelso, que avalia que a medicina não pode se interessar apenas pelo corpo do homem.

É preciso tomar consciência de que a medicina deve ter nos astros a sua preparação e que os astros se tornam os meios para a cura [...]. A preparação do médico terá que ser exercida de tal forma que o remédio seja preparado como por tramitação celeste, do mesmo modo com que são transmitidas as profecias e outros eventos celestes (PARACELSO, 1973:136 *apud* ROSSI, 2001, p. 274).

A medicina erudita vivia ao lado da magia, da alquimia, da astrologia e da medicina popular. Em algumas situações ela incorporava esses outros saberes e era comum os médicos contarem com o trabalho dos astrólogos. Mas a medicina erudita era resultado do conhecimento produzido no interior das universidades. Era um dos poucos conhecimentos sistematizados nessas instituições que servia diretamente à tentativa de resolver problemas do mundo terreno. O médico e o padre eram pessoas importantes, pois o primeiro trabalhava para que o paciente retardasse a solicitação da presença do segundo, quando a morte se avizinhava, para realizar a extrema-unção.

1.1.4 As universidades e a Escolástica

Mesmo em um ambiente intelectual onde diferentes conhecimentos se entrelaçavam, o local da sua produção e o seu reconhecimento social eram bem distintos. Durante a revolução científica, a Igreja Católica tinha quase que o monopólio da prática do ensino e todas as ciências eram atravessadas pelo conhecimento teológico. Para garantir a hegemonia intelectual em tantos domínios da vida, as universidades formavam uma importante instituição para alimentar e ajudar a reproduzir as ideias que mantinham as relações sociais, materiais e simbólicas estáveis.

Enquanto as escolas laicas desapareciam durante o medievo e o ensino ocorria no interior dos mosteiros, os concílios provinciais ou nacionais declaravam a obrigatoriedade para bispos e titulares das principais paróquias organizarem uma escola. Desse modo, quando emergiu as primeiras universidades no século XIII, os seus professores e administradores eram predominantemente clérigos e padres, que asseguravam com a benção do Papa a autonomia da instituição dentro de reinos e principados.

A Universidade era a principal instituição para a formação intelectual sistemática de eruditos. No interior das universidades, o conhecimento se dividia entre a faculdade de artes (filosofia), faculdade de direito (canônico e civil), faculdade de medicina e faculdade de teologia. As ciências dos números e da natureza eram frequentemente negligenciadas, mesmo elas estando entre as sete artes liberais, a saber, gramática, retórica e dialética, que formavam o trívio, e aritmética, geometria, música e astronomia, que formavam o quadrívio. As faculdades dessas instituições formavam juristas, médicos e exegetas de textos filosóficos e das Escrituras Sagradas.

Esta configuração do conteúdo, da estrutura e do método de ensino resulta da presença da doutrina escolástica nas universidades. Escolástica e Universidade constituem uma unidade que caracterizará o conhecimento daquelas instituições, com presença na parte norte e na parte meridional da Europa, como um conhecimento fechado e abstrato, separado do mundo ordinário o suficiente para ignorar boa parte da sabedoria oriunda da vida prática das cidades, províncias, feudos e glebas.

A escolástica é o ensino magistral que a Universidade tem por função proporcionar. Vivem uma para a outra: não há Universidade sem escolástica, nem escolástica sem Universidade. Depois de séculos de implantação elas se confundem também em seu declínio comum: o humanismo que se afirma a partir do século XV é uma cultura livre, radicalmente antiescolástica e estranha à instituição universitária (LE GOFF; SCHMITT, 2002, v. 1, p. 367).

A autoimagem dos escolásticos, que exercem o trabalho de docência por uma prerrogativa institucional outorgada pela Igreja, é a de detentores do verdadeiro saber, ignorando o saber externo, aquele constituído pelas relações do mundo ordinário e de outras fontes não teológicas. A contribuição que poderia vir do exterior é negada, não se estabelece quase nenhum comércio intelectual com o que existe além de suas fronteiras. O saber autêntico, para os escolásticos, só pode ser encontrado apenas nas salas de aulas, nas interpretações dos textos sagrados, na filosofia de Aristóteles e nos textos dos Pais Fundadores da Igreja Católica.

O método da autoridade fê-lo negligenciar os recursos da observação, da experiência, da quantificação; vãos preconceitos culturais e sociais fizeram-no marginalizar as belas letras, a poesia e a expressão vernácula, a história e as artes, a economia e o imenso universo das técnicas aplicadas (LE GOFF; SCHMITT, 2002, v. 2, p. 586).

A Escolástica e as universidades possuíam força institucional imensa, capaz de influenciar vários domínios da vida, principalmente quando se considera a combinação entre a razão tomista e a fé. Com isso, havia significativos obstáculos para que surgissem cosmovisões alternativas à existente. Dentro daquelas circunstâncias, o trabalho de separar razão e fé era extremamente difícil e perigoso. Havia sempre a ameaça, para quem se dispusesse a realizar esse trabalho, de ser visto como um herético, como alguém que ameaça minar a força da fé como mantenedora das relações sociais hierárquicas. Subjacente a essa ameaça parecia haver outra superior, pois essa separação poderia significar a redução do poder dos teólogos e do conjunto do clero. Os teólogos tinham a última palavra sobre todas as questões relativas ao conhecimento e à fé, o que conferia ao clero um poder político e econômico ingente. Esse poder se expressava, por exemplo, na autoridade do Papa, que era o responsável pela mediação entre Deus e as pessoas na Terra. Reis e príncipes, antes de

tomarem decisões extremas, procuravam o Papa para obter conselhos e aprovação. Mesmo que, como indicam pesquisas de muitos historiadores, a Idade Média tenha tido mudanças sociais, elas ocorriam lentamente.

De maneira resumida, destacou-se acima a física de Aristóteles, a astronomia de Ptolomeu, a medicina, o funcionamento das universidades e a importância da teologia, a ciência da época, com a autoridade para tratar de assuntos relativos à fé e justificar ou explicar os fenômenos do mundo sublunar e supralunar. Todas essas circunstâncias sociais, materiais e simbólicas formavam uma sólida cosmovisão que atravessou a Idade Média e, por um bom tempo, deixou vestígios em muitas instituições da Idade Moderna, inclusive na nova ciência.

Não obstante, esse ambiente social não estava livre de contradições e acabou criando seus próprios opositores. Nas universidades que seguiam os rígidos métodos de ensino da Escolástica eram formados homens versados que se transformaram nos principais críticos da cosmovisão vigente e da estrutura institucional que a legitimava. A teologia como único meio fiável para explicar os fenômenos da natureza, a Escolástica como melhor método para o avanço do conhecimento, a estrutura fechada das universidades que impossibilitava a entrada e o intercâmbio de outras formas de conhecimento e tudo mais que era visto como obstáculo para mudanças e inovações cognitivas passaram a ser duramente criticado por esses eruditos.

De algum modo, como já se assinalou, essa crítica prolongou-se por todo o século XV, mas é durante o século XVI e no limiar do século XVII que ela fica mais acentuada e ruidosa. Todavia, para alterar uma visão de mundo tão bem sedimentada nas instituições e nas estruturas mentais e poder avançar em direção a novos conhecimentos era preciso um esforço hercúleo.

Comparando-se a Cristóvão Colombo, que alcançou o continente americano, alguns pensadores, como Francis Bacon, Johannes Kepler (1571-1630) e outros pretendiam redesenhar o mapa do conhecimento (BURKE, 2003, p. 105), apresentar ideias originais, descobrir uma natureza que continuava em segredo. Francis Bacon, um dos principais representantes daqueles que queriam renovar a forma de se obter conhecimento, chegou a colocar na folha de rosto de algumas das suas obras a imagem das Colunas de Hércules.

1.1.5 Os filósofos naturais em busca da verdade da natureza

Para alcançar uma compreensão da natureza por caminhos alternativos aos utilizados pelos escolásticos e teólogos seria necessário um longo e extenuante trabalho. Novos métodos

de investigação alternativos à interpretação das Escrituras Sagradas foram elaborados, foi feito uso das ‘artes mecânicas’ nas investigações, observações e experimentos, renovou-se os critérios de escolha para validar determinadas hipóteses ou teorias, que, por conseguinte, exigiam novos princípios metafísicos¹⁴. À medida que esse empreendimento alcançava o seu desígnio, a física e a astronomia da tradição perdiam espaço para uma física e uma astronomia inovadoras. Originava-se a cosmologia que dava fim à ontologia dualista aristotélica para colocar em seu lugar a ontologia cartesiana mecanicista, que mais adiante também seria questionada, mas com argumentos que ajudaram a refinar a compreensão da natureza e a deixar a ontologia aristotélica apenas como registro no catálogo da história das ideias.

Esses filósofos naturais combatiam em várias frentes e às vezes simultaneamente. Ao mesmo tempo que desenvolviam experimentos e realizavam descobertas originais, produziam textos de caráter especulativo voltados a questões metafísicas e ontológicas. Era difícil, durante o período do século XVII, identificar aquele que se limitava a trabalhar apenas no desenvolvimento de ideias ignorando atividades empíricas e vice-versa. As mãos transitavam entre o tinteiro da mesa do gabinete de estudos e os instrumentos, coisas e fenômenos presentes nas experimentações.

No entanto, o legado desses filósofos naturais para a ciência e a filosofia contemporânea não expressou esse entrelaçamento entre pensar e experimentar. Descartes, que introduziu o conceito de inércia do movimento linear e a metafísica mecanicista, esta bastante influente até o século XVIII, contribuiu para o avanço da ciência natural. No entanto, o trabalho que mais resistiu ao tempo foi a sua metafísica ligada à cognição e à epistemologia. Por outro lado, mesmo Galileu tendo defendido um conceito de lei da inércia do movimento circular e feito muitas especulações metafísicas, dele se destaca quase que exclusivamente o seu trabalho de mecânica dos corpos e a astronomia, ficando de lado muitos de seus pressupostos metafísicos.

A história é carregada de fatos que mostram que a ciência é também o resultado de contradições, acertos e equívocos. Muitos desses acertos ou sucessos têm o seu tempo de existência imprevisível. Algumas teorias e leis científicas atravessam séculos, enquanto outras

¹⁴Metafísica ao longo desta dissertação tem um significado diferente da interpretação tradicional que partiu das questões apresentadas por Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). Aqui, metafísica é a designação de diferentes pressupostos aplicados à diferentes campos da ciência que não são possíveis serem confirmadas empiricamente, mas são essenciais para impulsionar a pesquisa científica (BOHM, 2011, p.109-115; BLACKBURN, 1997, p. 246).

podem dar lugar a novas alegações originais que poderão contar com a ajuda de teorias que estavam no limbo da história das ciências (STEWART, 2012)¹⁵.

Portanto, faz parte do desenvolvimento das ideias e das instituições que incorporam essas ideias o confronto, os antagonismos de visões de mundo. Isso parece ser a principal marca do desenvolvimento do conhecimento. Desta forma, antes da ciência moderna se estabelecer seria preciso alterar e desenvolver as ideias da tradição. Essa alteração da cosmovisão aristotélica-tomista e o desenvolvimento da ciência moderna ocorreu lentamente com a participação de muitos pensadores e filósofos naturais.

1.1.6 Francis Bacon e o método indutivo

Em uma das principais frentes de combate os filósofos naturais precisavam enfrentar o clero e toda a tradição apresentando um método alternativo de investigação e os resultados de suas investigações. Francis Bacon foi um desses filósofos naturais que, mesmo não conseguindo se desprender totalmente das ideias escolásticas, desenvolveu um novo método que seguramente prestou grande contributo para a instituição da ciência moderna. O seu método indutivo significava um programa de investigação da natureza que visava não apenas compreender os fenômenos naturais, mas também transformar as condições da vida humana.

Bacon fundamentava a sua convicção de criar um novo método a partir da ideia de que a missão da ciência consistia em devolver ao homem os direitos sobre a natureza que Deus lhe havia concedido. Porém, pela queda original, o homem perdera ao mesmo tempo o estado de inocência e seu poder sobre a natureza (HADOT, 2006, p. 150). Suas críticas eram direcionadas à tradição escolástica, à lógica silogística, à ciência da cabala, que considerava a alquimia e a magia como falsas ciências. Para ele os equívocos e engodos do conhecimento e dos métodos utilizados derivavam basicamente da tendência da natureza humana de reduzir o complexo ao mais simples e de tomar o conhecimento dado pelos sentidos como verdadeiros. Frente a tais condições, avaliava a necessidade imperativa de instaurar uma renovação de ordem epistêmica e cognitiva, que pudesse rever o conceito de verdade, de moralidade e se criar uma nova lógica que pudesse contribuir para que se conhecesse os “segredos da natureza”.

¹⁵ Tratando-se de astronomia há a teoria heliocêntrica de Aristarco de Samos apresentada por volta de 270 a.C. Sobre a lei da gravidade ver as indicações no livro ‘17 Equações que mudaram o mundo’, de Stewart.

Para Bacon o legado da Escolástica era completamente estéril para ajudar a mostrar a realidade da natureza. Em uma passagem do *Novum Organum* ele escreve que “a descoberta das coisas deve ser feita com recursos à luz da natureza e não pelas trevas da Antiguidade” (BACON, 2005, p. 92). E de maneira bem cuidadosa ele criticava a tradição que encontrava na teologia a ciência da natureza.

Tem sido muito empregado nos últimos tempos pela escola de Paracelso e algumas outras, que têm pretendido encontrar nas Escrituras a verdade de toda a filosofia natural, caluniando e vilipendiando todas as demais filosofias pagãs e profanas. Mas não há tal inimizade entre a palavra de Deus e suas obras, nem honram que tal diz as Escrituras, como eles supõem, mas muito degradam. Pois buscar coisas temporais entre as eternas; e assim como buscar teologia na filosofia é buscar o vivo entre o morto, buscar a filosofia na teologia é buscar o morto entre o vivo (BACON, 2007, p. 320).

O progresso do conhecimento dependeria do trabalho empírico de investigação, sem cometer o erro de realizar o que ele denominava ‘antecipações da natureza’. Esse procedimento era um grande obstáculo para se alcançar o verdadeiro conhecimento. As ‘antecipações da natureza’ comumente eram o resultado de poucos dados, sobretudo daqueles repetitivos que acabam causando uma compreensão ilusória do fenômeno ou da coisa. O procedimento oposto a esse, que deve ‘interpretar a natureza’, utiliza o método que vai às próprias coisas.

No entanto, para evitar se manter imerso no equívoco ocasionado pelo método anterior, em função da diversidade da natureza, é preciso organizar o registro dos fenômenos e das coisas identificadas. É preciso se voltar para a natureza orientado por um rigoroso método, capaz de ordenar os fenômenos e as entidades para assim poder compreendê-los. A natureza, para Bacon, era a multiplicidade caótica, como uma construção cheia de labirintos ou a selva de uma floresta, que não se deixa compreender facilmente. A sua aparência é uma desordem que poderia confundir facilmente o investigador e deixá-lo perdido com a ilusão de que conseguira extrair seus mais íntimos segredos. No entanto, para compreender a natureza e saber os seus segredos é preciso instituir uma ordem para a investigação, e essa ordem só poderá ser obtida com um método que não deixe distrair o ‘intelecto’ do investigador que recolherá a matéria do seu trabalho dessa desordem natural.

Não se admirem pois os homens de que o curso das ciências não tenha tido andamento, visto que, ou a experiência foi abandonada, ou nela (os seus fautores) se perderam e vagaram como em um labirinto; ao passo que um método bem estabelecido é o guia para a senda certa que, pela selva da experiência, conduz à planura aberta dos axiomas (BACON, 2005, p. 65)

Os métodos anteriores fracassavam por não considerar a complexidade da natureza que ilude àqueles que se limitam a estudar as aparências. Eram procedimentos, mesmo

quando indutivos e empíricos, frágeis, provendo a inteligência de um conhecimento muito limitado. A indução aristotélica, para Bacon, apenas ordenava o que já era conhecido e não ampliava o conhecimento. Não passava de um simples catálogo e enumeração de fenômenos da natureza sem ir além da aparência.

Os fundamentos da experiência — já que a ela sempre retomamos — até agora ou foram nulos ou foram muito inseguros. Até agora não se buscaram nem se recolheram coleções de fatos particulares, em número, gênero ou em exatidão, capazes de informar de algum modo o intelecto. Mas, ao contrário, os doutos, homens indolentes e crédulos, acolheram para estabelecer ou confirmar a sua filosofia certos rumores, quase mesmo sussurros ou brisas de experiência, a que, apesar de tudo, atribuíram valor de legítimo testemunho. Dessa forma, introduziu-se na filosofia, no que respeita à experiência, a mesma prática de um reino ou Estado que cuidasse de seus negócios, não à base de informações de representantes ou nuncios fidedignos, mas dos rumores ou mexericos de seus cidadãos (BACON, 2005, p. 77-78).

Os métodos anteriores seguiam o caminho rápido e fácil que simplificava os fenômenos, mas não conseguiam apreender a sua verdadeira simplicidade, a estrutura objetiva e essencial da realidade (ROSSI, 2006, p. 399).

Para Bacon não fazia sentido procurar nas coisas a sua causa final, como fazia a física de tradição aristotélica. Ele concordava com Aristóteles que o ‘verdadeiro saber é saber por causas’, no entanto, é preciso conhecer os segredos das formas das coisas ou ‘naturezas’. Isso significa penetrar nos segredos mais profundos, na estrutura de um fenômeno e conhecer a lei que regula o seu processo. É preciso conhecer as formas para, nesse caso, compreender a natureza nas suas mais dessemelhantes matérias. Só conhecendo as formas, segundo Bacon, será possível descobrir e provocar algo original, que ainda não houvera, e alcançar a verdade na investigação e a liberdade para efetuar-la.

O fim que se propõe o novo método da ciência teorizado por Bacon é, conforme se sabe, a descoberta das formas ou, com maior precisão, a determinação das formas da natureza simples. Elas são qualidades irreduzíveis presentes em diferentes contextos sensíveis. A causa material e a causa eficiente de uma determinada natureza simplex são: o ordenamento das partículas materiais (*schematismus latens*) e a série dos movimentos infinitesimais que constituem os movimentos sensíveis (*processus latens*). A tarefa de determinar essas causas em relação com uma dada matéria (na qual se pode observar aquela determinada natureza) cabe à física. Mas, quem conhece a causa material e a eficiente pode chegar a efetuar novas invenções apenas em *matéria aliquatenus preparata*, enquanto quem conhece as formas pode chegar a abraçar a unidade da natureza em *materiis dissimillimis* (ROSSI, 2006, p. 398).

O caminho do conhecimento, para Bacon, era composto por duas partes. Na primeira, deveria se extrair e fazer surgir os axiomas da experiência, enquanto que na segunda, deduzir e derivar novos experimentos. Para conseguir fazer surgir os axiomas da experiência é preciso seguir o caminho da indução. Diferente da indução aristotélica, é por ‘eliminação’ que a forma ou a essência da natureza é capturada, compreendida. Durante a investigação são

definidas três tábuas para registrar determinado fenômeno. Em uma, a chamada tábuas das presenças, compila-se todos os casos do fenômeno investigado – no *Novum Organum*, um dos fenômenos investigados por Bacon é o calor; em outra, a tábua das ausências, registra-se os casos em que não ocorre o fenômeno; a terceira tábua é a das graduações, quando se analisa a intensidade do fenômeno. Depois de analisar e comparar o que se registrou nas três tábuas, a pesquisa prossegue constituindo uma longa rede de investigação, de procedimentos estabelecidos pelo método, até se alcançar, pela via da indução, a ‘forma’ do fenômeno. Portanto, conhecer a estrutura e a dinâmica, aspectos conexos dos fenômenos que têm como princípio da ‘forma’. Nela se encontra o princípio essencial que assegura a individuação e lei responsável pela geração, ou produção, e o movimento dos fenômenos.

Com o seu método, Bacon realizou experimentações sobre o frio, formas de calor e a putrefação dos corpos orgânicos. Como já mencionado, a investigação empírica era uma importante característica dos filósofos naturais do século XVII. Muitos filósofos naturais, que apresentavam um novo método, uma metafísica e uma ontologia alternativa à Escolástica desenvolviam experimentos.

O método de Bacon, mesmo ainda preso a conceitos aristotélicos, como é o caso da busca de uma ‘forma’ das coisas, que se aproxima da física de Aristóteles, deve-se a sua importância menos pelos resultados alcançados ao procurar compreender os fenômenos da natureza e mais pelas justificativas que utilizou para produzir um novo método indutivo capaz de ampliar o conhecimento e o início da formação de novos padrões epistêmicos.

1.1.7 Galileu e a fundação da física clássica

As realizações de Galileu foram relevantes para a formação de uma nova cosmologia, para alterar radicalmente a física e a astronomia e colocar o trabalho científico sob novas bases epistêmicas e metafísicas. Desenvolveu e aprofundou seus estudos sobre o conhecimento matemático e esteve sempre próximo do trabalho dos engenheiros, óticos e artesãos e outras atividades ligadas à arte mecânica.

Galileu estudou medicina, curso que não concluiu, e matemática, matéria que passou a lecionar. As suas inovadoras descobertas científicas ocorreram quando ele já estava fora da faculdade. Depois de apontar a sua luneta telescópica para o firmamento e descobrir as luas de Júpiter e observar a superfície da Lua acidentada, Galileu escreveu sobre a relação da

matemática com os corpos e movimentos da natureza. A disciplina já era uma área do conhecimento utilizada para o trabalho de engenheiros, arquitetos, músicos, pintores, agricultores, navegantes e em outras áreas da vida prática, no entanto, fazer uso dela nas experimentações e especulações da filosofia natural sobre os fenômenos da natureza significou algo bastante inovador. Galileu publica no ano de 1623 *Il Saggiatore*, em que se encontram duas das suas mais célebres doutrinas. A primeira se refere à proposição que afirma “ser o movimento a causa do calor” (ROSSI, 2001, p.165), e a segunda, talvez a mais conhecida, é a de que a natureza traz em seu interior uma ordem e estrutura harmoniosa, de tipo geométrica.

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais é escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto (GALILEI, 1978, p. 119).

Acompanhando o pressuposto de um mundo matematizado havia a crítica à tradição. Galileu, ao contrário de Bacon e tantos outros contemporâneos que viam na teoria heliocêntrica “um contínuo recurso às ‘ficções’, com vistas a um sucesso dos cálculos” (ROSSI, 1992, p. 194), apoiava o heliocentrismo e acreditava que aquela teoria se adequava à realidade¹⁶.

De maneira mais direta que Bacon, Galilei enfatizava que a fé e a ciência natural eram duas instâncias de conhecimento profundamente distintas. A natureza era obra de Deus, mas a possibilidade de conhecer a sua realidade como ela é verdadeiramente não poderia ser um trabalho para os teólogos. Esses devem continuar interpretando as Escrituras Sagradas para questões de fé, mas não para interpretar os fenômenos do Universo. A teologia dispensa atenção meticulosa para conhecer o livro da palavra de Deus, enquanto a filosofia natural o de suas obras (ROSSI, 1992, p. 98). Entre o ano de 1613 e 1615, Galileu procurou mostrar aos teólogos que o novo método de investigação da natureza e as suas descobertas e a consequente invalidação da cosmologia aristotélica-ptolomaica encontravam justificativa nas Escrituras Sagradas (ROSSI, 1992, p. 87-118). Em carta dirigida à Cristina de Lorena, Galilei diz:

Quem pretende pôr termo aos engenhos humanos? Quem pretenderá assegurar que já se sabe tudo o que é há no mundo para ser sentido e sabido? Talvez aqueles que em outras ocasiões confessam (e com grande verdade) que “as coisas que sabemos são uma parte mínima das que ignoramos”? Além do que, temos da boca do próprio Espírito Santo que “Deus entregou o mundo à discussão dos homens, para que o homem não encontre a obra que Deus fez do início ao fim” (*Ecclesiast.*, Capº 3 [II]). Não se deverá, pois, segundo o meu parecer, contradizendo esta sentença, fechar o caminho ao livre filosofar a respeito das coisas do mundo e da Natureza como se

¹⁶ Utilizavam pela sua facilidade para realizar cálculos astronômicos, mas não consideravam essa possibilidade.

elas já tivessem sido todas reconhecidas e reveladas com certeza. Nem se deveria julgar temeridade o não se acomodar com as opiniões já tidas como comuns, nem deveria haver quem tomasse como desdém se alguém não adere nas discussões a respeito da Natureza àquelas opiniões que lhes aprazem, sobretudo acerca de problemas já há milhares de anos controvertidos entre filósofos da maior grandeza, como é a estabilidade do Sol e a mobilidade da Terra (GALILEI, 2009, p. 65-66).

As experimentações e observações de Galileu foram capazes de alterar radicalmente a cosmologia defendida pelos teólogos. Quando ele descobre que a Lua é acidentada e que o Sol tem manchas em sua superfície toda aquela cosmovisão que abarcava o mundo supralunar com corpos perfeitos, compostos pelo éter, passou a ser questionada de maneira mais enfática. Os planetas inspecionados pela luneta telescópica dele não eram esferas perfeitas como descrevia a astronomia da tradição. Com isso, era admissível que os fenômenos e suas causas físicas, tanto na Terra quanto acima dela, poderiam ser semelhantes e se servir do mesmo método para compreender determinados fenômenos físicos.

Qualquer pessoa pode se dar conta, com a certeza dos sentidos, de que a Lua é dotada de uma superfície não lisa e polida, mas feita de asperezas e rugosidades, que, tanto como a face da própria Terra, é por toda parte cheia de enormes ondulações, abismos profundos e sinuosidades. (...) Mas o que supera toda capacidade de admiração, e que em primeiro lugar me fez chamar a atenção dos astrônomos e filósofos, é isto: ou seja, que descobrimos quatro planetas, nem conhecidos nem observados por ninguém antes de nós, os quais têm seus períodos em torno de uma certa grande estrela conhecida, tal como Vênus e Mercúrio fazem evoluções em torno do Sol, e que às vezes avançam, às vezes se retardam em relação a ela, sem que sua digressão ultrapasse certos limites. Tudo isso foi observado e descoberto há alguns dias, por meio dos *perspicilli* inventados por intermédio da graça divina, que previamente iluminou meu espírito” (GALILEI, Sidereus Muncius *apud* KOYRÉ, 2006, p. 81)

No meio dessas descobertas e transformações, com a importância dada à matemática ao inseri-la na investigação da ciência, que passa a mensurar e quantificar os fenômenos, a física não quer mais saber das essências ou qualidade das coisas. A física não será mais a busca da compreensão da relação entre um corpo, com suas qualidades e os acidentes que ele pode sofrer. O movimento não é mais determinado pela qualidade, que era uma propriedade essencial de um corpo, portanto, não se considerará a causa final para compreender as mudanças na natureza.

Entre observações, hipóteses, experimentações e demonstrações relativas à queda livre dos corpos, à descoberta de fenômenos astronômicos e de novos satélites, os estudos sobre o calor, a lei da inércia, aos estudos sobre as marés, entre tantas outras realizações originais, Galileu contribuiu para dar corpo ao método e aos fundamentos epistêmicos da ciência. Bacon, para arrancar os segredos da natureza, creditava ao método a capacidade de organizar e analisar detalhadamente os diferentes fenômenos. A empiria, a observação e a experimentação tinham imensa importância. Galileu, que não ignorava a relevância da

experimentação, para arrancar esses segredos produzia hipóteses e utilizava a matemática geométrica para avançar nas investigações, quantificar e representar os resultados e o fenômeno investigado. Enquanto Bacon valorizava a experimentação e a instituição de um método capaz de organizar os entes da natureza, Galileu avançou mais. Só o método e a experimentação regular não eram suficientes para compreender os fenômenos da natureza. Enquanto Bacon via a natureza de Deus como uma selva, que identifica no método um meio de ordenação e de classificação da realidade natural, Galileu a via como um livro escrito em caracteres matemáticos com uma ordem e uma estrutura harmônica de tipo geométrico (ROSSI, 1992, p. 101).

Assentado em uma metafísica comprometida com um mundo matematizado, na prática da observação e de realizar experimentos controlados Galileu ajudou a precisar o significado da ideia de ‘verdade’ da natureza e a objetividade científica. Para ele as investigações deveriam considerar com muita atenção que as emoções e as sensações humanas poderiam influenciar nos resultados da investigação, situação que deveria ser evitada por todo filósofo natural compromissado em apresentar as verdades da natureza, em mostrar como o mundo realmente é. Nesse sentido, havia para Galileu um mundo independente dos ‘humores’ e sensações humanas. Fenômenos naturais como as manchas no Sol, a velocidade da queda dos corpos e outras regularidades naturais que podiam ser transformadas em grandezas físicas tinham seus resultados independente das condições emocionais e do funcionamento dos órgãos responsáveis pelo sentido do investigador.

Mas que nos corpos externos, para excitar em nós sabores, os cheiros e os sons, seja necessário mais que as grandezas, figuras e multiplicidade de movimentos vagarosos ou rápidos, eu não acredito; acho que, tirando os ouvidos, as línguas e os narizes, permanecem os números, as figuras e os movimentos, mas não os cheiros, nem os sabores, nem os sons, que, fora do animal vivente, acredito que sejam só nomes, como nada mais é que nome a cõega, tiradas as axilas e a pele ao redor do nariz (GALILEI, 1991, p. 121).

Muitos filósofos e historiadores da ciência reconhecem no trabalho de Galileu muito mais que descobertas que modificaram a compreensão humana da natureza, atribuem a ele a responsabilidade de ter sido o principal filósofo natural a criar os fundamentos determinantes para o progresso da ciência moderna. Mas como bem sublinham historiadores da ciência, como Paolo Rossi (1992; 2000; 2001; 2006; 2010), o trabalho de dar corpo e legitimidade à ciência moderna envolveu muitos autores. Junto com Galileu houve outros significativos aportes cognitivos e interpretações da natureza, como, por exemplo, a ontologia mecanicista desenvolvida por René Descartes. Seguramente o mecanicismo, a ideia de uma natureza-máquina, se tornou essencial para que a matematização dos fenômenos da natureza

encontrasse absoluta aceitação. Claro que depois essa ontologia caiu em descrédito, mas mesmo quando saiu deixou a relação entre a física e a matemática mais forte do que já era, facilitou o mecanicismo newtoniano, colocou a ciência e a teologia em posições mais distantes e fortaleceu os princípios deístas.

1.1.8 Descartes e o mecanicismo

À medida que os filósofos naturais avançavam com suas investigações sobre os fenômenos da natureza a cosmologia aristotélica-ptolomaica mostrava-se destituída de sentido. A cada passo dado adiante pela nova ciência, a cada compreensão ‘verdadeira’ dos fenômenos físicos e astronômicos, se verificava que a física teleológica de Aristóteles, a astronomia com as sete esferas celestiais de Ptolomeu e as Escrituras Sagradas perdiam importância e sentido para a compreensão do mundo. Esses princípios e teorias não se adequavam aos resultados obtidos pelos filósofos naturais, principalmente quando confrontados com a ‘verdade’ da natureza. Contudo, tamanha incongruência entre as teorias da tradição e as teorias da ciência que emergia não eliminava os pressupostos metafísicos.

A nova cosmologia era acompanhada de uma nova ontologia e conseqüentemente de novos pressupostos metafísicos que ajudavam a produzir hipóteses e teorias dos filósofos naturais e mesmo a dar um nível de coerência à construção de hipóteses ou postulados que seriam testados empiricamente. Já se sabe o quanto passou a ser importante para a nova física a ideia de um mundo matematizado. Essa imagem da natureza (ABRANTES, 1998, p. 9-10) possibilitou a Galileu, por exemplo, analisar a velocidade como uma grandeza física que pode ser definida independente do movimento do corpo.

Portanto, no século XVII se inventa uma nova ontologia ajustada às descobertas realizadas até então, e René Descartes avançou naquilo que Galileu havia iniciado, a saber, aprofundou a importância da matematização do mundo para compreender e descrever seus fenômenos. Essa mesma ontologia mecanicista impulsionou o movimento que colocava fé e razão em pontos cada vez mais distantes e abriu as portas para o deísmo¹⁷.

Descartes fazia uma analogia de Deus com um relojoeiro, que deu ao mundo-máquina, em sua criação, uma quantidade de movimento perpétuo. Por ter essa compreensão do

¹⁷ Defendiam que Deus criou o mundo, mas que, após a criação, a dinâmica deste mundo se dá sem qualquer interferência de Deus, unicamente com base nas leis por ele impressas (ABRANTES, 1998, p. 63).

funcionamento do mundo e da função de Deus dentro dessa ontologia, ele inspirava desconfiança no clero e em alguns momentos chegou a ser acusado de ateísmo.

Diferente de Galileu, que durante boa parte da sua vida não abriu mão das suas descobertas e afirmava que suas hipóteses e teorias não serviriam para ‘salvar as aparências’, mas representavam a realidade do mundo, Descartes se comprometia com o ‘voluntarismo teológico’. Essa era uma doutrina teológica da liberdade absoluta da onipotência divina, em que o Criador tem o poder de fazer as coisas da maneira que desejasse. Assim, Deus poderia fazer algo com a mesma aparência, mas utilizando diferentes meios. Desta forma, sua concepção de mundo poderia ser preservada, considerando que é possível que os fenômenos, aquilo que aparece, sejam produzidos por processos diferentes daquele que se pode reconstruir matematicamente e conforme as leis da mecânica (HADOT, 2006, p. 154). É possível identificar e medir os fenômenos naturais, no entanto, jamais compreender verdadeiramente suas causas. Descartes renuncia uma ciência absolutamente certa e explícita essa ideia na obra *Princípios da Filosofia*, no parágrafo que trata “*Quanto às coisas que os nossos sentidos não apreendem, basta explicar como podem ser, tal como Aristóteles fez*”.

Apesar de ter talvez imaginado causas que poderiam produzir efeitos semelhantes aos que vemos, nem por isso se deve concluir que aqueles que vemos sejam produzidos por elas. De fato, tal como um relojoeiro habilidoso pode fazer dois relógios que marquem as horas da mesma maneira – sendo completamente iguais no exterior, embora no interior a combinação das suas rodas seja totalmente diferente –, também é verdade que Deus usa uma infinidade de meios para fazer com que todas as coisas deste mundo apareçam tais como aparecem agora, não sendo possível ao espírito humano conhecer qual foi o meio empregado para as fazer. E já seria muito se as causas explicadas permitissem que todos os efeitos que podem ser produzidos fossem semelhantes aos que vemos neste mundo, sem cuidar de saber se são produzidos por essas causas ou por outras. Acredito que é tão útil para a vida conhecer causas assim imaginadas como se conhecêssemos as verdadeiras (DESCARTES, 2005, p. 286)

O ‘voluntarismo teológico’ assumido por Descartes não é incompatível com sua física quantitativa e antifinalista e, pouco menos, com a pretensão de explicar, da maneira mais abrangente possível, a origem e a estrutura do universo. Na ontologia cartesiana não existia vácuo, o universo é um *plenum*, e os corpos, constituintes do universo físico, são extensos em comprimento, largura e movimento. Todo o universo é preenchido por uma matéria divisível infinitamente que gira continuamente como um vórtice em torno do Sol, que permite a transmissão do movimento de um lugar para outro.

Tratando-se da coisa extensa Descartes se comprometia com uma posição ontológica monista, pois, para ele, o mundo físico se constitui por apenas uma substância indefinidamente divisível, e o fato de ser comum recortarmos o mundo em objetos individuais não significa que haja uma real pluralidade substancial. O que acontece, na verdade, é que

partes do corpo universal se movem com rapidez desigual em diferentes direções (COTTINGHAM, 1995, p. 44).

Para ele, todos os corpos individuais são modificações [modos] da matéria extensa que está em toda parte. Quanto ao movimento, como tudo que existe no universo infundável, tem Deus, com toda a Sua imutabilidade e simplicidade, como causa universal e primária. Assim, Deus criou a matéria e concedeu-lhe determinada quantidade de movimento e repouso, que está preservada desde quando Deus colocara no início da criação.

O monismo ontológico de Descartes é de tamanha radicalidade que seu mecanicismo não fazia distinção entre os procedimentos da construção humana, agindo a partir do exterior, e os processos naturais (HADOT, 2006, p. 147). Dentro desta perspectiva, uma máquina, o corpo humano ou organismos naturais, como o fruto de uma árvore, são analisados como se ambos fossem dotados de uma mesma base material – a *res extensa*. Um conjunto de formas geometrizadas como órgãos, engrenagens, tubos e molas funcionam com base em princípios mecânicos que regulam os movimentos e as relações dos corpos naturais ou construídos pelo homem. Para Descartes os animais e o corpo humano nada mais são do que máquinas e devem ser analisados com tal.

Não vejo, efetivamente, nenhuma diferença entre máquinas feitas pelos artesãos e os diversos corpos formados exclusivamente pela natureza, a não ser que aqueles feitos pelas máquinas dependem da disposição de certos tubos, molas ou outros instrumentos, e que são proporcionais às mãos daqueles que os fabricam, e como são sempre tão grandes as suas formas e movimentos podem ser facilmente apreendidos; ao passo que os tubos ou molas que causam os efeitos nos corpos naturais são normalmente muito pequenos para que os sentidos possam apreender. É verdade que todas as regras da mecânica pertencem à física, de modo que todas as coisas artificiais são, por isso, naturais. Por exemplo, quando um relógio marca as horas por meio das rodas que o compõem, isso não lhe é menos natural do que uma árvore produzir frutos. Consequentemente, quando um relojoeiro olha para um relógio que não fez, mediante a simples observação de uma única parte, normalmente consegue avaliar quais são as outras que não vê. Por isso considere os efeitos e as partes sensíveis dos corpos naturais e procurei conhecer depois as partes insensíveis (DESCARTES, 2005, p. 285-286).

Do mecanicismo cartesiano derivavam tantas outras questões que gerou impacto não apenas no trabalho de investigação do filósofo natural, mas na estrutura mental de um mundo que para ser representado dependerá cada vez menos de teólogos, sem qualquer tipo de animismo. Doravante, o mundo será representado pela simplicidade e frieza dos números e da geometria. Esse mecanicismo matematizado será durante aquele século a maneira mais confiável de explicar os fenômenos da natureza.

Nas últimas décadas do século o pensamento de Descartes conquistara as grandes universidades europeias enquanto as condenações foram caindo em desuso. Durante toda a segunda metade do século XVII a filosofia e a física de Descartes permanecem no centro da cultura europeia. Com a perspectiva de Descartes medem força também Hobbes, Espinoza, Leibniz e, mais tarde, os grandes expoentes do

Iluminismo, assim como os grandes críticos da filosofia de Descartes, desde Locke até Vico, confrontar-se-iam com as suas teses. A imensa discussão entre o sistema de Descartes e o sistema de Newton acabaria somente em torno de 1750, com a derrota da física de Descartes (ROSSI, 2001, p. 196).

Essa ontologia influenciará quase todo aquele século até aparecer Leibniz e Newton. Este com a lei da gravidade universal, e aquele com suas mônodas dentro de uma ontologia para um mundo vitalista que abrirá caminho para o avanço da biologia.

Descartes também, como seus contemporâneos, realizou diversas pesquisas. Entre elas, constam as investigações sobre a saúde do corpo humano. Mesmo que ele e seus contemporâneos identificassem os limites práticos da medicina dos humores e temperamentos de Galeano, não deixavam de considerar a importância do pressuposto que acompanhava a galenista e aristotélica, a saber, que a medicina era a filosofia do corpo (SHAPIN, 2013, p. 355). Assim, Descartes acreditava que o conhecimento adequado sobre o funcionamento do corpo humano ajudaria a prolongar a vida. Se o conhecimento sobre as plantas e os cuidados dispensados a partir desse conhecimento podiam prolongar a vida de uma planta, o mesmo procedimento poderia servir à espécie humana. Descartes chegou a ‘informalmente’, prescrever medicamentos para amigos próximos.

Há informações de que ele ficara atordoado com a enfermidade de Marin Mersenne e informou ao amigo que estava estudando química e anatomia na esperança de que esses estudos fundamentais o auxiliassem a encontrar alguma cura para a doença (SHAPIN, 2013, p. 358). A família de Descartes era de médicos – tanto os seus avós paternos quanto os maternos eram médicos. Segundo Shapin (2013, p. 358), há indícios de que as preocupações médicas de Descartes, tanto teóricas quanto práticas, surgiram quando ele iniciava a sua carreira de filósofo natural. Um de seus primeiros biógrafos assinala que o engajamento de Descartes ao estudo da física se vinculava ao interesse de conhecer o corpo humano para protegê-lo dos males e assegurar uma vida longa e saudável. Ainda em uma nota no texto de Shapin (2013, p. 530), Descartes faz uma afirmação apologética à medicina:

“em geral, os homens mais sábios e mais hábeis”, visto que “ a mente depende tanto do temperamento, quanto da disposição dos órgãos do corpo”, de modo que se poderia imaginar um ciclo virtuoso em que os praticantes da medicina reformada se tornariam mais inteligentes e, logo, capazes de fazer mais descobertas, o que, por sua vez, os tornaria mais inteligentes.

Sabe-se que os seus estudos de medicina e física não foram determinantes ou influenciaram significativamente nessas áreas do conhecimento (SHAPIN, 2013). Mas, seguramente, fizeram parte de um conjunto de observações, hipótese e experimentações, de tentativas e erros, de alterações que ajudaram a impulsionar ou aprimorar outras ideias como

a da circulação sanguínea no corpo humano de Harvey, do vácuo de Robert Boyle ou a do movimento corpuscular de Isaac Newton.

1.1.9 Newton e a simplicidade do Universo

A biografia de Isaac Newton reforça de maneira contundente a imagem de que a Revolução Científica também resultou de disputas travadas entre os filósofos naturais que refutavam a física qualitativa aristotélica. Durante mais de um século, diferentes ontologias, princípios epistêmicos e mesmo conhecimentos considerados inúteis para assegurar uma explicação confiável dos fenômenos naturais coexistiram.

Impulsionado pela obstinação em compreender a natureza, Newton realizou descobertas de inquestionável originalidade que colocou a física clássica em bases teóricas sólidas. A sua empreitada completou o trabalho iniciado por Copérnico, Kepler, Galileu e tantos outros, ao apresentar as leis que regem os movimentos dos corpos terrestres e celestiais e desvendar vários fenômenos óticos que por muito tempo eram obscuros.

No entanto, ao mesmo tempo que desenvolvia suas pesquisas que fortaleciam a importância da matemática, da observação, da experimentação e ampliava a relevância do racionalismo, que rompia com a filosofia aristotélica e todo tipo de misticismo, paradoxalmente, Newton manteve-se ligado ao estudo de tradições filosóficas e sabedorias consideradas não científicas. Sobre essa característica, John M. Keynes pronunciou de forma sinóptica sentença que revelou tão bem o paradoxo. O economista, depois de examinar as caixas que arrematara em leilão com os manuscritos do Newton sobre alquimia, afirmou que aquele “não foi o primeiro homem da idade da razão. Foi o último mago (...)” (KEYNES *in* COHEN, 2002, p. 382).

Hoje já é bem conhecido por biógrafos e historiadores que Newton, durante toda a sua vida, se dedicou tenazmente à leitura, à transcrição e ao comentário de textos alquimistas e realizou uma grande quantidade de experiências com substâncias alcalinas, metálicas e ácidas. O objetivo da pesquisa com a alquimia era encontrar uma base experimental para suas hipóteses relativas à coesão das partículas das matérias, da existência do éter e que pudesse ser extrapolada para compreender a causa da força de atração e repulsão entre os corpos que se mantêm distantes entre si (ROSSI, 2001, p. 424).

Tais estudos alquímicos indicam, por um lado, que mesmo Newton, o ‘gênio’ que mereceu versos de louvor de Alexander Pope¹⁸, aquele que completou a revolução científica iniciada por Copérnico, não deixou de sofrer o peso das ideias de seu tempo, por mais que as contraditassem. Por outro lado, ele não encontrava na filosofia mecanicista uma resposta satisfatória para o funcionamento e a estrutura do Universo. Os fenômenos da natureza não poderiam ser produto das interações mecânicas dos corpos. Newton considerava a filosofia mecanicista extremamente rígida e insuficiente para explicar a complexidade da natureza. Uma matéria inerte, sem vida e inativa, não seria a causa do fenômeno de atração e repulsão. Todo esse dinamismo, essa força do universo, era causada por algo que ainda não se conhecia.

Quando Newton, que estudou as ideias de Descartes e de atomistas como Rene Gassendi, passou a encontrar no conceito de força a justificativa para uma natureza dinâmica, predominava o mecanicismo cartesiano. A maioria dos eruditos e filósofos naturais entendia que na filosofia mecanicista se compreendia as causas de todos os fenômenos do Universo. Assim, insatisfeito com as principais ontologias disponíveis, Newton adotou uma posição que ficava entre o mecanicismo de Descartes e o atomismo de Gassendi (COHEN; WESTFALL, 2002, p. 20), se comprometendo com a filosofia corpuscular, postulada por Robert Boyle. Essa posição tem semelhanças com o atomismo de Rene Gassendi¹⁹, mas não é idêntica. Ainda assim, tudo indicava que a filosofia corpuscular não era capaz de responder muitas das suas indagações e mostrar satisfatoriamente a causa do dinamismo do Universo.

O sistema de mundo de Newton era distinto do mundo do filósofo natural francês. Enquanto que o mundo de Descartes era resultado do composto de dois elementos – extensão e movimento, o de Newton era de três – a matéria, um infinito número de partículas impenetráveis e imodificáveis, mas não idênticas; o movimento, aquele estado relativo paradoxal que não modifica de modo algum as partículas, mas se limita a transportá-las para diferentes direções pelo vácuo infinito e homogêneo; o espaço, que significa o vácuo realmente infinito e homogêneo em que, sem encontrar oposição, as partículas e os corpos formados por elas cumprem os seus movimentos (KOYRÉ, 2002, p. 91 *in* COHEN; WESTFALL). Entre essa composição existe o quarto componente que é a força responsável pela atração e repulsão dos corpos e que impossibilita a instabilidade do sistema solar.

¹⁸ “A natureza e as leis da natureza ocultavam-se nas trevas: Deus disse “Faça-se Newton!”, e tudo se fez luz (COHEN, WESTFALL, 2002, p. 15).

¹⁹ “Os átomos de Gassendi, (...) aderiam uns aos outros pelo entrelaçamento de galhadas, ou ganchos, tal como tinham feito os átomos de Lucrecio antes deles” (DOBBS *in* COHEN, WESTFALL, 2002, p. 385).

Certamente a necessidade de compreender a causa desse quarto componente foi uma das principais razões, se não a principal, que levou Newton a estudar alquimia, os filósofos ligados ao ‘platonismo de Cambridge’²⁰ e outras fontes de filosofia antiga e tradições consideradas irracionais de base mágico-hermética. Toda essa busca por uma causa para a força da matéria inerte, que era responsável pela atração, que depois se transformou na lei da gravidade universal, parecia não fazer sentido para o programa de pesquisa newtoniano. Como era possível um filósofo natural que afirmava que não fazia hipóteses construí-las e procurar confirmá-las por meios considerados heterodoxos para o círculo de filósofos naturais em que ele estava inserido?

Mas *Hypotheses non fingo*, quando utilizada genericamente, é equívoca, pois ele a pronunciou ao se referir à filosofia experimental e especialmente para a causa da lei da gravidade dentro do seu sistema do mundo. Garantir a adequação empírica, segundo o método da filosofia experimental, era necessário para que qualquer inferência fosse fiável, e Newton tinha clareza das dificuldades para atender esse princípio de ouro da sua filosofia experimental.

Tal como na matemática, também na filosofia natural a investigação das coisas difíceis pelo método de análise deve sempre preceder o método da composição. Essa análise consiste em fazer experimentos e observações e deles extrair conclusões gerais, através da indução, e em não aceitar nenhuma objeção contra as conclusões senão as que forem extraídas de experimentos ou de outras verdades seguras. Pois as hipóteses não devem ser levadas em consideração na filosofia experimental. E, conquanto a argumentação advinda de experimentos e observações, através da indução, não constitua uma demonstração das conclusões gerais, ela é, ainda assim, a melhor forma de argumentação admitida pela natureza das coisas, e pode ser considerada tão mais sólida quanto mais geral for a indução (NEWTON, *in* COHEN; WESTFALL, 2002, p. 151).

O seu intento de compreender a causa daquela força, mesmo que não divulgasse suas hipóteses²¹, não era eliminado. Para ampliar as dificuldades, Newton descartava a ideia de que a força de atração era inata à matéria. Em carta a Richard Bentley ele escreve.

²⁰ Conforme consideração de MCGUIRE; RATTANSI “O platonismo de Newton não era inteiramente o platonismo de More e Cudworth, com sua ênfase em intermediário como o princípio hilárquico [que domina ou preside a matéria], mas era também um platonismo nos moldes dos primeiros Padres da Igreja. Não obstante, tal como em More, Cudworth e nos Padres, a imagem básica de mundo dos escólios “clássicos” brota do que Newton julgava ser uma “filosofia completa e autêntica” que se teria perdido. Newton e os platônicos de Cambridge viam como sua tarefa a unificação e o resgate dessa filosofia (MCGUIRE; RATTANSI *in* COHEN; WESTFALL 2002, p. 141).

²¹ Hoje é sabido que o conteúdo da Questão 31 em sua *Óptica* (4ª edição), onde ele apresenta suas especulações sobre a natureza das coisas, no caso sobre a força gravitacional, foi antecedido de várias correspondências com diferentes interlocutores. Entre as correspondências existentes sobre o assunto é bem conhecida a enviada em 1675 a Robert Boyle, em que ele especula a força de atração pela ação de um éter.

É inconcebível que a matéria bruta e inanimada devesse, sem a mediação de alguma outra coisa não-material, atuar sobre e afetar outra matéria, sem haver contato mútuo, como deveria ser se a gravitação fosse essencial e inerente a ela, no sentido de Epicuro. E esta é uma razão pela qual gostaria que você não atribuísse a gravidade inata a mim. Que a gravidade seja inata, inerente e essencial à matéria, de forma que um corpo possa atuar sobre outro a uma distância através do vácuo, sem a mediação de qualquer outra coisa, por e através da qual a sua ação e força possa ser transportada de um para outro, é para mim um absurdo tão grande que acredito que nenhum homem dotado de uma faculdade competente em assuntos filosóficos possa nele recair. A gravidade deve ser causada por um agente que atue constantemente de acordo com certas leis; mas, se este agente é material ou imaterial, deixo para consideração dos meus leitores (NEWTON, 2012, nota 6, p. 307).

Mas, paralelo às possíveis ‘considerações dos seus leitores’, Newton não deixava de pressupor causas para a gravidade. Além de motivações psíquicas que impulsionam o tenaz trabalho de um filósofo natural como ele, havia questões sociais e epistêmicas que contribuíam para se tentar encontrar a causa daquele fenômeno. Naquele período, um fenômeno só pode ser considerado explicado e compreendido se se conhece a sua causa. Apresentar a lei não era o bastante. Muitos avaliaram que a sua lei da gravidade universal era resultado de um trabalho inconcluso (ABRANTES, 1998, p. 88). Os seguidores de Descartes e o próprio Leibniz consideraram que Newton havia reintroduzido na física as ‘qualidades ocultas’ da Escolástica (ABRANTES, 1998, p. 90-94).

Muitas controvérsias giraram em torno da gravidade e a importância dada por Newton foi o bastante para colocá-la na última edição de *Óptica* (NEWTON, 2002), na parte reservada às questões. Além disso, como hipótese para o movimento de atração e repulsão, ele apresentou posições sobre a existência do éter – um fluido essencial responsável pela atividade da matéria inerte e passiva, que não era a quintessência aristotélica nem o éter de Descartes –, sobre o qual Newton assumiu diferentes posições ao longo da vida. Em determinado período, em seu sistema do mundo, o éter era inexistente, enquanto que em outros momentos da sua vida o éter aparecia com certas características²². “Aqui, basta assinalar a moral evidente de que os cientistas consideram muito difícil julgar novas ‘doutrinas’ sem refletir, ao mesmo tempo, sobre o nível mais profundo da hipótese referente à estrutura das coisas” (HALL; HALL *apud* COHEN, 2002, p. 104).

As questões supracitadas realçam importantes controvérsias e disputas entre filósofos naturais que se opunham à tradição da filosofia aristotélica e do princípio de autoridade utilizado pela escolástica. Durante décadas a teoria dos vórtices de Descartes e a lei da gravidade de Newton estiveram em disputa. Inclusive em Cambridge, instituição em que Newton era professor e ocupava a Cadeira Lucasiana de matemática. A disputa entre as duas

²² Para uma compreensão de como o éter aparece ao longo das obras de Newton, ver Abrantes, 1998: 85-100.

físicas²³ – newtoniana e cartesiana – subsistia quase até a metade do século XVIII e alimentou o humor de filósofos como Voltaire (ROSSI, 2001, p. 398).

Um francês que chegue a Londres acha que as coisas estão muito mudadas na filosofia natural como em todo o resto. Deixou o mundo cheio e o encontra vazio. Em Paris o universo é visto como sendo um composto de matéria sutil. Em Londres nada se vê de tudo isso. Entre nós, na França, é a pressão da Lua a causar o fluxo do mar; junto dos ingleses é o mar a gravitar sobre a Lua [...]. Na concepção dos cartesianos tudo acontece por efeito de um impulso incompreensível; para Newton, ao contrário, pela força de uma atração da qual nem bem conhece a causa (VOLTAIRE, 1962: I, 52 *apud Ibid.*).

Entre controvérsias sobre a função de Deus em seu sistema do mundo e, mesmo sem desvendar a causa da força da gravidade, ser acusado de ter reintroduzido as ‘causas ocultas’ na filosofia natural e buscar respostas para suas hipóteses em estudos alquímicos e outras fontes de conhecimento incomuns para o racionalismo, os resultados das pesquisas de Newton chegaram a teorias e leis que prevaleceram de forma inconteste até a denominada crise da física clássica, ocorrida no início do século XX, com o aparecimento da teoria da relatividade e da mecânica quântica. E mesmo após a ‘crise’, nos dias atuais, as leis e teorias da física newtoniana continuam sendo aplicadas em várias situações, tanto na ciência quanto para resolver problemas da vida prática.

Nas obras mais relevantes, *Principia* (2012) e *Óptica* (2002), encontram-se as principais descobertas de Newton. A *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos de Filosofia Natural) – conhecida como *Principia* –, publicada em 1687, está dividida em três livros, e no primeiro livro estão as definições dos conceitos de massa, movimento e força e, em seguida, o movimento dos corpos; as conhecidas três leis do movimento: Lei 1, todo corpo continua em seu estado de repouso, ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele; Lei 2, a mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida; Lei 3, a toda ação há sempre oposta uma reação igual ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas (NEWTON, 2012, p. 53-54).

Nas páginas do segundo livro é desenvolvida a mecânica dos fluidos e as considerações expostas refutam a teoria dos vórtices de Descartes. Newton mostra que essa teoria impossibilitaria um sistema planetário como o de Kepler (ROSSI, 2001, p. 392). A teoria dos vórtices volta a ser abordada no final do III livro, em um escólio geral. No terceiro livro é feita a descrição do sistema mundo; mostra os movimentos dos satélites de Júpiter e de

²³ No *apêndice histórico e explicativo* escrito por Florian Cajori, do *Principia*, livro I, edição brasileira de 2012, encontra-se na nota nº 5, p. 301-305, uma extensa explicação a respeito dessa disputa.

Saturno e aqueles da Terra e dos planetas ao redor do Sol que obedecem às leis de Kepler; calcula a massa da Terra; mostra que a precessão dos equinócios é ocasionada à forma da Terra e à inclinação do seu eixo, que por sua vez depende do efeito conjunto da atração exercida pela Lua e pelo Sol; e explica a ocorrência das marés antes de desenvolver o ‘sistema do mundo’, parte da obra em que trata das marés e demonstra a regularidade das órbitas dos cometas de acordo com a primeira e a segunda leis de Kepler (ROSSI, 2001, p. 394). É no terceiro livro que Newton apresenta a lei da gravidade universal, a lei que consumou a unificação da física terrestre e da física celeste e com ela

Caía o dogma de uma diferença essencial entre os céus e a terra, entre a mecânica e a astronomia e era também quebrado aquele “mito da circularidade” que condicionara por mais de um milênio o desenvolvimento da física e que pesara também com relação ao discurso de Galilei (ROSSI, 2001, p. 396).

No prefácio da primeira edição do *Principia*, Newton faz uma exposição geral do seu trabalho dividido nos três livros e se refere a ‘causas desconhecidas’. É mais uma oportunidade que se tem para inferir que, em se tratando da filosofia experimental, sua pesquisa tem o objetivo de saber ‘como funcionam’ os fenômenos da natureza e não o objetivo de saber o ‘por que funcionam’ daquela maneira ou a causa daquela regularidade fenomênica.

Gostaria que pudéssemos derivar o resto dos fenômenos da Natureza dos princípios mecânicos pelo mesmo tipo de raciocínio, pois, por muitas razões, sou induzido a suspeitar de que todos eles possam depender de certas forças pelas quais as partículas dos corpos, por algumas causas até aqui desconhecidas, ou são mutuamente impelidas umas em direção às outras e se ligam em formas regulares, ou são repelidas e se afastam uma das outras. Sendo desconhecidas essas forças, os filósofos até agora têm tentado em vão a investigação da Natureza; mas espero que os princípios aqui expostos tragam alguma luz, seja esse ou algum outro método mais verdadeiro de filosofar (NEWTON, 2012, p. 14).

Antes de apresentar as leis e teorias do livro III, Newton expõe as ‘regras do raciocínio filosófico’ para a filosofia natural. Seguindo a característica da nova ciência, de que é preciso apresentar um método para orientar o intelecto a descobrir os segredos da natureza, da mesma forma que Bacon, Newton apresenta o método de investigação para identificar a simplicidade da natureza combinando deduções matemáticas com induções extraídas dos resultados experimentais e observáveis (NEWTON, 2012, p. 185-187).

São quatro as regras apresentadas, a saber, regra 1, não devemos admitir outras causas das coisas naturais se não as que são verdadeiras e suficientes para explicar seu aparecimento; regra 2, a um mesmo efeito natural devemos atribuir, tanto quanto seja possível, as mesmas causas; regra 3, as qualidades dos corpos que não admitem intensificação nem redução de graus e que se verifica pertencerem a todos os corpos ao alcance de nossos experimentos

devem ser reputados como qualidades universais de todo e qualquer corpo; e a regra 4, na filosofia experimental, devemos buscar as proposições inferidas por indução geral a partir dos fenômenos, com toda a exatidão ou muito próximo da verdade, não obstante quaisquer hipóteses contrárias que possam ser imaginadas, até o momento em que ocorram outros fenômenos pelos quais elas possam ser tornadas mais exatas ou ficar sujeitas a exceções. Para Newton,

Através desse modo de análise podemos proceder dos compostos para os ingredientes, e dos movimentos para as forças que os produzem, e, em geral, dos efeitos para suas causas, e das causas particulares para outras mais gerais, até que a argumentação termine no mais geral. Esse é o método de análise: e a síntese consiste em presumir descobertas as causas, e estabelecidos os princípios, e através deles explicar os fenômenos daí provenientes, e demonstra as explicações (NEWTON *in* COHEN; WESTFALL, 2002, p. 151)

A *Óptica* (NEWTON, 2002), importante obra do filósofo natural, também dividida em três livros, foi publicada em 1704. O primeiro livro apresenta as definições e axiomas que dão forma aos princípios gerais da ótica; apresenta experimentos, se refere à ótica geométrica, à doutrina da composição e dispersão da luz branca e a aberração das lentes, o arco-íris e a classificação das cores. O segundo livro aborda diversos problemas relativos às cores, aos anéis de interferência, aos fenômenos de interferência da luz nas lâminas sutis. O terceiro livro descreve uma série de experimentos sobre a difração e sobre as franjas coloridas que se produzem na presença de obstáculos miúdos e de lâminas corantes (ROSSI, 2001, p. 399). Na 4ª edição, foi adicionado ao terceiro livro as questões, em que Newton especulou a respeito de causas dos fenômenos químicos, magnéticos, elétricos, óticos e calóricos.

Além de Newton, Bacon, Galileu e Descartes, filósofos naturais que tiveram suas principais ideias e experimentações indicadas resumidamente nesta seção, tantos outros prestaram relevantes contribuições para a formação da ciência moderna, durante o século XVII. Como foi o caso das pesquisas e teorias apresentadas por filósofos como Leibniz sobre a estrutura do universo; a sua teoria das mônodas e a crítica que ele fez ao mecanicismo foram essenciais para o desenvolvimento de uma filosofia vitalista que ajudou no avanço das pesquisas de micro-organismos vivos; de Robert Hooke (1635-1703), que contou com a grande colaboração de Antony van Leeuwenhoek (1632-1673) – este um autodidata com habilidades excepcionais para o trabalho com lentes óticas – para aperfeiçoar as lentes do microscópio e ampliar a imagem dos pequenos organismos. Esse novo equipamento possibilitou a Hooke realizar diversas observações do mundo microscópico. Muitas dessas observações ele publicou no livro de sua autoria, *Micrographia*.

Hooke também, devido à sua habilidade em engenharia e mecânica, criou e aperfeiçoou vários instrumentos utilizados nas experimentações de muitos dos seus colegas do Royal Society. O seu trabalho não se restringiu às observações do mundo microscópico, como a descrição da estrutura celular da cortiça, pois ele desenvolveu estudos de elasticidade dos fluidos, da força da gravidade e observações astronômicas; produziu instrumentos que para as realizações de Robert Boyle, que além de contribuir com pressupostos sobre a estrutura mais sutil do Universo e ser um importante interlocutor de Newton, realizou experimentos para provar a existência do vácuo e colaborou para a formação de um *ethos* científico.

Igualmente as do médico William Harvey (1578-1657), que desenvolveu seus estudos de medicina e mesmo ainda influenciado pela filosofia de Aristóteles, de que a coesão do Cosmos era assegurada pelo movimento circular dos corpos celestes, foi capaz de produzir um salto nos estudos a respeito do funcionamento do corpo humano, quando identificou que o coração é o lugar vital para o bombeamento e a circulação do sangue em todo o corpo através das artérias. Também o de Blaise Pascal (1623-1662), que realizou preciosos estudos para o desenvolvimento da ciência matemática e pesquisas sobre o vácuo e as variações da pressão atmosférica; e ainda as pesquisas de Rudolph Glauber (1604-1668), nascido na Alemanha, considerado o maior químico analítico do século XVII, que resultaram na produção dos ácidos hidroclorídrico, nítrico e sulfúrico e de alguns sais derivados de tais ácidos.

Chama atenção Glauber escrever em sua obra *Des Teuschlandts Wohlfahrt*, publicada entre 1656 e 1661, que tratava da prosperidade da Alemanha, que a filosofia química poderia atenuar os desastres provocados pela Guerra dos Trinta Anos e quiçá transformar o país em ‘monarca do mundo’ (ROSSI, 2001, p. 279-280). A Alemanha, desde a última metade do século XIX, encontra na indústria química sua principal fonte de poder econômico. Mesmo que a Inglaterra, com a sua Revolução Industrial, tenha tirado proveito do saber científico bem mais próximo do seu alvorecer e como consequência ampliado o seu poder político e econômico, a Alemanha e tantos outros países da Europa souberam aproveitar a capacidade transformadora da ciência.

À medida que a física aristotélica e o projeto tomista, que reconciliou fé e razão, se dissolviam ao longo do seiscentos, a nova ciência, ao esposar a matemática e a mecânica para compreender e descrever os fenômenos da natureza, se ligava progressiva e continuamente à técnica. Com isso, não se ignora que houve momentos do século XVII em que a ciência se associava à técnica e produzia resultados para a vida prática. No entanto, essa associação ainda se apresentava de maneira limitada. Pode-se afirmar, dentro de uma abordagem

retrospectiva de conjunto, logo sem se deter às minúcias daquele fenômeno histórico, que o período inicial do desenvolvimento da ciência, a busca pela verdade da natureza e pela estabilização de valores epistêmicos, padrões e procedimentos metodológicos eram faces da mesma moeda.

O mundo ainda não havia se desvencilhado totalmente da física qualitativa aristotélica. Galileu, por exemplo, em alguns momentos se comprometia com a lei de inércia, cujo movimento circular era natural; havia as disputas entre o mecanicismo cartesiano, a física newtoniana e o vitalismo de Leibniz. Tudo isso, por mais que ajudasse ao desenvolvimento técnico, carecia de consistência teórica e confiabilidade econômica e social. Aqueles filósofos naturais, que visavam prioritariamente descobrir as verdades da natureza, assumiam diferentes frentes de combate – a luta contra os teólogos e contra a cosmologia aristotélica-ptolomaica, a batalha para identificar o método de pesquisa seguro, encontrar uma nova ontologia e metafísica para justificar seus programas de pesquisa; lutar para ter instituições e espaços de pesquisa adequados e formar uma comunidade; construir equipamentos e instrumentos para os experimentos controlados, etc.

Não obstante, afirmar que a ciência e a técnica, no século XVII, se associavam não só para produzir instrumentos de observação e de experimentos controlados, mas também para o desenvolvimento das artes mecânicas tem correspondência com os fatos. Todavia, a afirmação requer a cautela que aquele período histórico exige, pois esse vínculo ocorreu com características qualitativa e quantitativamente inferiores aos séculos seguintes, sobretudo com o advento da industrialização. Essa resultou de uma variedade de episódios e fenômenos sociais, políticos e econômicos, de vantagens locais e até mesmo de como a nova ciência era desenvolvida dentro de um país.

1.2 A ciência e a técnica

A importância de Francis Bacon para a filosofia natural deve-se muito ao método científico que propôs e às ideias que abordou sobre a importância da interação entre a ‘nova ciência’ e a técnica, cujo objetivo seria promover benefícios para o bem-estar humano. Esse programa de pesquisa, os princípios epistêmicos e o método que a filosofia natural deveria adotar para dominar a natureza ou ‘torcer o rabo do leão’ – metáfora utilizada pelo próprio

Bacon –, podem ser localizados nas obras *O Progresso do Conhecimento*, *Novum Organum* e *Atlântida*, todas produzidas no início do século XVII.

Essa interação, no entanto, passou a ocorrer de maneira substantiva somente no final do século XIX (KUHN, 2011b, p. 160; STOKES, 2005, p. 62-68). Antes disso, a contribuição da ciência para o avanço da técnica, por um longo período, foi incipiente, enquanto que para a ‘nova ciência’ essa interação foi extremamente auspiciosa. Os filósofos naturais, para criarem os seus instrumentos de experiências e observações, contaram com o conhecimento acumulado das artes mecânicas e com a habilidade de engenheiros e artífices.

Antes da efetivação do programa baconiano foram necessárias profundas transformações no interior da ciência e nas estruturas sociais que não tinham vínculo direto com a prática científica. A ciência passou por transformações institucionais, ontológicas e epistêmicas. Instituições de pesquisa foram criadas, as que já existiam passaram por reformas e a preocupação com o aprendizado e a profissionalização da prática científica passou a ser uma agenda de governos. Os fenômenos ótico, elétrico, magnético, calórico e químico passaram a ter um grau de compreensão satisfatório para aperfeiçoar os meios de produção e para criar novos equipamentos. Os resultados e as descobertas originais na ciência associada à técnica puderam alavancar a oferta de artefatos e a demanda por bens no circuito de produção e comércio em grande escala, criar meios mais ágeis para o fluxo de mercadoria, pessoas e comunicação.

No que tange às estruturas sociais, ocorreram dramáticas mudanças, como a primeira Revolução Industrial e mudanças políticas que alteraram estruturas sociais e econômicas. As principais cidades de países do norte da Europa, com a industrialização, tornaram-se um polo de atração de uma massa de pessoas que se integravam ao trabalho fabril, enquanto que as cidades era o *locus* privilegiado para o funcionamento de instituições bancárias, de serviço e comércio, para a troca de informações entre empreendedores e para os debates políticos. Ao mesmo tempo que a cidade ganhava uma nova configuração social, a sua estrutura material se modificava e exigia novos serviços específicos para o espaço urbano. A Revolução Francesa, em 1789, foi um evento histórico cujos efeitos não se restringiram à política e à economia. A extensão das consequências desse fato alterou significativamente a institucionalidade da prática e do ensino científico na França e em tantos outros países da Europa, além dos EUA, que viram aquelas mudanças institucionais como um paradigma para o avanço da ciência.

1.2.1 A importância da técnica para a nova ciência

Durante os séculos XVII e século XVIII, a técnica desempenhou função relevante para o desenvolvimento da ciência, mesmo que, acertadamente, se aponte o quanto os métodos de investigação da ‘nova ciência’ influenciaram no desenvolvimento das artes mecânicas (VIDEIRA, 1994, p. 96). O trabalho dos artesãos, artífices e engenheiros seguia autonomamente, independente das pesquisas dos filósofos naturais. Estes dependiam do conhecimento e da habilidade dos artífices para que aqueles produzissem os instrumentos de suas observações e experimentos.

Antes de Bacon produzir a sua obra e realizar suas investigações sobre calor e putrefação, o conhecimento aplicado à produção de tecnologias já existia e era realizado por engenheiros-artistas, artesãos, artífices que viviam em oficinas de trabalho e em guildas. A bússola e a pólvora já demonstravam utilidade e a matemática euclidiana ajudava a expandir a capacidade de realização da mecânica, da engenharia e da arquitetura. Os resultados dessa integração podiam ser vistos em fortificações, nos sistemas hidráulicos de abastecimento de água, nos artefatos mecânicos utilizados nas atividades agrícolas, na produção de armas, nos instrumentos utilizados nas navegações oceânicas, em instrumentos óticos e na produção de artefatos domésticos para a alimentação e vestuários, na produção de obras artísticas demandadas pelo clero e pela nobreza, entre outras tantas tecnologias e artefatos (PRINCIPE, 2011).

Um dos casos mais conhecidos dessa interação entre a ‘nova ciência’ e a técnica aconteceu com Galileu, que além de ter sido um exímio matemático adquiriu habilidades de engenharia no interior de oficinas e academias onde engenheiros-artistas trabalhavam. Essa interação resultou na produção do telescópio que Galileu utilizou nas descobertas dos fenômenos celestes. O conhecimento de ótica e da mecânica de instrumentos se associou a hipóteses e às operações mentais abstratas daquele filósofo natural.

Existem muitos outros casos que confirmam a importância da sabedoria técnica para a ciência. Ainda no século XVII encontra-se outra notável passagem que ocorreu na Royal Society de Londres, com o arquiteto, mecânico e professor Robert Hooke. Este, durante muito tempo, foi o inventor de artefatos mecânicos utilizados nos experimentos da instituição (SHAPIN, 2013, p. 185-186).

Hooke aperfeiçoou o microscópio, instrumento essencial para as observações que fez do mundo microscópico publicadas em sua obra *Micrographia*; inventou um tipo de

telescópio de reflexão com capacidade de observação superior aos precedentes. Com esse telescópio, descobriu importantes estrelas e que o planeta Júpiter girava ao redor do seu próprio eixo. Hooke construiu o artefato que permitiu a Robert Boyle realizar os experimentos sobre a expansão do ar, que resultou na lei de Boyle. Hooke foi um daqueles exímios profissionais com conhecimento em mecânica e habilidade manual para produzir instrumentos que ampliaram a capacidade de observação e pesquisa de entidades de natureza macroscópica e microscópica.

A historiografia demonstra o quanto seria difícil para a ciência moderna avançar sem o conhecimento acumulado durante séculos, passado de geração a geração, de trabalhadores habilidosos na produção das artes mecânicas. Cada instrumento utilizado por diferentes filósofos naturais para investigar o mundo celestial, o funcionamento do corpo humano, os efeitos da pressão atmosférica, a vida de micro-organismos e tantas outras investigações estão associadas à perícia que conjuga saber prático ao saber dos filósofos naturais que priorizavam compreender os fenômenos da natureza e conhecer as suas causas. Segundo Rossi (2001, p. 356), os instrumentos construídos no decorrer do século XVII, especialmente o microscópio, o telescópio, o termômetro, o barômetro, a bomba pneumática e o relógio de precisão, aparecem ligados de modo inseparável ao avanço da ‘nova ciência’.

Portanto, ciência e técnica sempre interagiram, mas tal relação não acontecia de maneira simétrica. A ciência ainda não era determinante para o desenvolvimento de tecnologias, como ocorre contemporaneamente (KUHN, 2011b, p. 145-179). Mesmo no século XVIII, quando a filosofia natural avançava, esse quadro assimétrico subsistia, pois, várias invenções e inovações ocorreram dissociadas da filosofia natural, como as apresentadas a seguir. Em 1712, Thomas Newcomen (1664-1729) inventou a máquina a vapor para drenar a água acumulada nas minas de carvão em Staffordshire. Esse equipamento foi importante para alavancar a produção nas minas de carvão da Inglaterra; em 1740, Benjamin Huntsman (1704-1776) descobriu a fundição do aço; o inventor francês Jacques de Vaucanson (1709-1782) criou o primeiro tear mecânico em 1745. Esses e tantos outros equipamentos importantes para a Primeira Revolução Industrial, ligados à engenharia da produção fabril ou extração de mineral para serem transformados em energia, foram criados por pessoas com habilidades e conhecimento em mecânica e engenharia. Muitos eram autodidatas e viviam distantes do conhecimento, dos métodos e dos propósitos dos filósofos naturais.

Contemporaneamente, a técnica aplicada à produção de instrumentos continua a ser imprescindível para o desenvolvimento de diferentes campos científicos. A física de altas energias, para confirmar empiricamente suas hipóteses e teorias, utiliza equipamentos como

os aceleradores de partículas. Atualmente, talvez o acelerador mais conhecido, que serve a experimentações e à propaganda a respeito da importância de se investir na *Big Science*, é o acelerador de partículas Hádrons com seus 27 km de diâmetro, localizado entre a Suíça e a França. A biologia demanda, cada vez mais, sofisticados microscópios eletrônicos, utiliza técnicas de cristalografia com raio x, etc; na química, para muitas pesquisas avançarem é imprescindível o uso de espectrômetros, cromatógrafos e outros equipamentos sofisticados o bastante para observar o movimento molecular; a produção e a invenção de novos fármacos e artefatos nanométricos precisam de sofisticados microscópios de tunelamento.

Para o avanço da fronteira do conhecimento da astrofísica, da astronomia e da cosmologia tem sido imprescindível o uso de satélites, sondas e telescópios, como o supertelescópio instalado no Deserto do Atacama, no Chile. Acompanhando todos esses equipamentos estão os sofisticados computadores para realizar cálculos, simular ambientes para experimentos, elaborar modelos para fenômenos e teorias, armazenar e analisar os dados obtidos das pesquisas. A ciência passa a depender do aperfeiçoamento da técnica aplicada à criação de equipamentos com diferentes níveis de sofisticação.

1.2.2 A importância da ciência para a técnica

No início desta seção mencionou-se a importância das mudanças ocorridas no interior da ciência e as que ocorreram em outras partes da sociedade, para que a interação entre ciência e técnica se efetivasse nos termos do programa baconiano. No interior da ciência, além das mudanças institucionais visando a profissionalização da prática científica, foi fundamental que a química orgânica, a eletrodinâmica e a termodinâmica fossem mais bem compreendidas. O desenvolvimento das pesquisas desses fenômenos ocorreu entre as décadas de 1840 a 1870 (KUHN, 2011b, p. 163), enquanto que as transformações institucionais mais radicais tiveram início na França no último quarto do século XVIII.

Sobre esses dois eventos que foram indispensáveis para a ciência passar a ter importância para o desenvolvimento das indústrias, merece destaque nesta seção abordar, mesmo que sumariamente, os programas de pesquisa que derivaram das duas obras de Newton, o *Principia* e a *Ótica*, que influenciaram consideravelmente os cientistas da França e da Grã-Bretanha, e as transformações institucionais na França, durante e após a revolução de 1789, e na Alemanha. Os governos desses dois países passaram a identificar no

empreendimento científico a oportunidade de impulsionar o desenvolvimento socioeconômico em seus países.

As obras mais importantes de Newton influenciaram cientistas a assumirem diferentes tradições de pesquisa baseadas em pressupostos ontológicos distintos. O *Principia* estimulou uma abordagem mais teórica, altamente matematizada do movimento e da forma dos astros – a mecânica celeste – bem como outros domínios, como a hidráulica e a teoria das vibrações. Já a *Óptica* será a obra de referência para o desenvolvimento em física que inicialmente fez pouco uso da matemática e se voltou para os fenômenos ópticos, elétricos, magnéticos, de transmissão do calor, etc. Na esteira da investigação desses fenômenos Hans Oersted (1777-1851) em 1820 descobre o eletromagnetismo mostrando o caráter rotacional do polo do ímã ao receber a ação da corrente elétrica, e André-Marie Ampère (1775-1836), um pouco depois, descobriu a interação eletromagnética. Essas descobertas fizeram com que muitos físicos experimentais se envolvessem em programas de pesquisa para entender os fenômenos elétricos, magnéticos, de calor e ótico.

Antes dessas descobertas, especialmente na França, o método newtoniano de representar os fenômenos da natureza matematicamente foi aprofundado por Pierre Laplace (1749-1827), radicalizando o determinismo na física mecânica. Antoine Lavoisier (1743-1794) e Laplace realizaram investigações de forma conjunta sobre o calor. Ambos se preocupavam com a quantificação dos fenômenos físicos e químicos e a sua matematização. Seguindo a tradição de Laplace, vários pesquisadores franceses buscaram matematizar os fenômenos que investigavam.

Além das diferenças entre o método e os fenômenos pesquisados, pois uns pesquisadores partiam da *Ótica* de Newton, principalmente das questões que ele escrevera na 4ª edição, quando não foi nem um pouco parcimonioso na formulação de hipóteses sobre fenômenos químicos, óticos, magnéticos e elétricos, e outros seguiam quase que dogmaticamente o *Principia*, coexistiam na Europa, entre essas pesquisas, pressupostos ontológicos distintos. No continente europeu predominava a ideia de uma ação à distância entre os corpos, enquanto que na Grã-Bretanha a ideia da ação dos corpos mediatizada e contígua se consagra graças aos trabalhos de Michael Faraday (1791-1867) e James C. Maxwell (1831-1879) sobre os fenômenos elétricos, magnéticos e óticos.

Independente dessas concepções metafísicas e da importância do escocês Maxwell ao formular a teoria moderna do eletromagnetismo e da termodinâmica, teorias fundamentais para 2ª Revolução Industrial, a contribuição da França, ao longo do século XVIII ao XIX, para o avanço da compreensão da dinâmica dos fenômenos elétricos, magnéticos, químicos e

do calor parece inquestionável. Um empreendimento que justifica Kuhn, ao tratar o quanto na história a ciência e a técnica encontravam-se em níveis de interação diferentes, afirmar que

embora tendo produzido uma série notável de inovadores, a Grã-Bretanha ficou, em geral, para trás no século da Revolução Industrial, ao menos em relação às ciências desenvolvidas e abstratas, ao passo que a França – tecnologicamente mediana – foi uma potência científica mundial (KUHN, 2011b, p. 161).

1.2.3 A consumação do programa baconiano

A melhor compreensão de determinados fenômenos da natureza que impulsionaram a industrialização esteve acompanhada de consideráveis transformações institucionais na prática científica. Governos passaram a investir na profissionalização de cientistas criando institutos e escolas cujo conteúdo do ensino se voltava especificamente para tratar da ciência. Muitas universidades incorporaram em seus conteúdos programáticos o ensino e a pesquisa de áreas da ciência. No meio dessas mudanças a França, durante a passagem do século XVIII para o XIX, é um caso paradigmático de um país que criou uma estrutura institucional capaz de conferir à ciência importância e poder sem precedentes, servindo de exemplo para países como a Alemanha e Inglaterra.

Antes da Revolução Francesa as academias de ciências eram ocupadas pela aristocracia e se mantinham distantes dos trabalhadores das artes mecânicas. O processo para nelas ingressar não dependia apenas de critérios objetivos, como a qualidade da pesquisa e o método aplicado. Fatores sociais eram determinantes inclusive para se manter nestas instituições. Com isso, o sentimento das camadas sociais que não faziam parte da aristocracia era de que o que se fazia no interior daquelas instituições não os ajudava em nada. Para agravar a desconfiança, os trabalhadores das artes mecânicas, diferente do que ocorria na Inglaterra, não conseguiam ingressar nas academias de ciências na França.

Com a Revolução, as transformações foram radicais e toda aquela estrutura institucional foi ajustada para servir aos interesses daqueles que assumiam o comando do país e colocavam um fim no regime monárquico. A ciência passou a ser vista como um conhecimento útil para o desenvolvimento social e o fortalecimento dos princípios da nova república francesa. Ela não poderia mais ficar ao sabor do interesse de uma elite, mas, sim, contribuir para o desenvolvimento social e econômico do país. Com essa concepção, ciência e técnica foram se aproximando. Orientados pela diretriz de que a ciência deveria cumprir

finalidades para o bem-estar social, os dirigentes que assumiram a república criaram as escolas politécnicas, onde jovens eram preparados profissionalmente para o desenvolvimento da ciência aplicada. A experiência de institucionalização que preparava profissionalmente os futuros cientistas, com a prática da experimentação e a importância da ciência se ligar ao conhecimento técnico, inspirou países como a Grã-Bretanha, a Alemanha e, no final do século XIX, os EUA.

A Alemanha é um dos principais países que identificaram a importância da ciência para auxiliar no desenvolvimento de produtos e artefatos que atenderiam demandas da vida prática e aumentariam o seu poder econômico. Na primeira metade do século XIX já havia pessoas defendendo uma nova arquitetura institucional que facilitasse a aproximação entre ciência e a técnica. O economista Chris Freeman destaca em alguns de seus textos (FREEMAN, 1995; FREEMAN; SOETE, 2008) a concepção do economista alemão Friedrich List (1789-1846), que provocou grande influência naquele país. Para List a ciência não poderia ficar apartada da vida prática. E pouco menos se poderia contar com a iniciativa espontânea de cientistas inventivos para o crescimento econômico do país de uma maneira que pudesse fazer frente à Inglaterra. O trabalho das instituições científicas deveria se voltar para a solução de questões práticas. Só efetivando essa concepção a Alemanha conseguiria se desenvolver social e economicamente. List assinalava em seu livro *The National System of Political Economy* (1841) o seguinte.

Difícilmente existe uma manufatura que não esteja relacionada com a física, a mecânica, a química, a matemática ou a arte do desenho etc. Todo progresso, descoberta ou invenção feita na área dessas aperfeiçoa ou altera centenas de atividades e processos. É, pois, inevitável que, em Estados manufatureiros, as ciências e as artes precisam tornar-se populares. A necessidade de educação e instrução, por meio de escritos e conferências de pessoas que têm que levar à prática os resultados da investigação científica, conduz pessoas de talentos notáveis à função de ensinar e de escrever livros. A competição de tais talentos, devido à grande procura de seus serviços, gera ao mesmo tempo uma divisão e uma cooperação na atividade científica, a qual exerce influência altamente benéfica tanto para o progresso futuro da própria ciência como para o ulterior aperfeiçoamento das artes das indústrias (LIST, 1989, p. 139).

Desta maneira, na segunda metade do século XIX, as ideias de List produziram resultados objetivos e visíveis. Um sistema de estrutura contínua com as instituições estatais germânicas preparando futuros cientistas, dando condições para que desenvolvessem de algum modo suas pesquisas ao mesmo tempo que cientistas bem treinados eram contratados por empresas que instalavam laboratórios de pesquisas no interior de suas empresas para que os resultados obtidos pudessem criar ou aperfeiçoar produtos e processos. Empresas como

Bayer, Basf (Badische Anilin und Soda-Fabrik) e Hoechst²⁴, com o trabalho desses cientistas profissionais, assumem a liderança mundial na comercialização de anilinas e produtos sintéticos. Com essa relação entre indústria e instituições públicas, foi possível desenvolver o conhecimento químico e gerar inovações radicais na área da química e da engenharia química, com novos processos para a produção de insumos para o tingimento de tecidos e para a produção de materiais sintéticos. No século XIX a Alemanha já despontava como o país em que a excelência no domínio do conhecimento da química era a mais avançada²⁵, quando se comparava a países como a Inglaterra, França e EUA. Só que esse conhecimento impulsionava o poderio das indústrias de nacionalidade germânica. Pode-se afirmar, usando a caracterização comum, que na Alemanha do século XIX boa parte da pesquisa básica estava ligada à ciência aplicada para resultar em novos produtos.

Enquanto isso, já no início do século XIX, era registrado o quanto o conhecimento das pessoas dos EUA era voltado para a solução de questões práticas. Ali, não foi difícil a relação entre a ciência e a técnica se estabelecer para produzirem resultados importantes para a vida prática. Casos emblemáticos são o desenvolvimento das indústrias do aço e suas diversas aplicações, de comunicação a distância e do petróleo e da borracha. A história do desenvolvimento da ciência e da técnica nos EUA descreve que parte considerável das instituições de ensino de nível superior foi criada em conformidade com esse espírito prático, que não passou despercebido pela atenta descrição feita por Alexis de Tocqueville, em sua obra *A Democracia na América* – obra escrita durante o período de 1831 e 1832, quando ele esteve naquele país.

Na América, a parte puramente prática das ciências é admiravelmente cultivada e muitos se ocupam com cuidado da porção teórica imediatamente necessária à aplicação; os americanos revelam, por esse lado, um espírito sempre límpido, livre, original e fecundo; mas quase não há, nos Estados Unidos, quem se entregue à porção essencialmente teórica e abstrata dos conhecimentos humanos. (TOCQUEVILLE, 2010, p. 313)

Os EUA só adotaram uma arquitetura institucional que claramente aumentasse a distância entre ciência básica e aplicada após a metade da Segunda Guerra Mundial. Mas, antes disso, as firmas e governos agiam reconhecendo o quanto a associação entre ciência e técnica era fundamental para o sucesso das empresas e do conjunto da economia do país. A descrição feita Tocqueville perdia sentido, quando se via a preocupação dos governos em seguir como exemplo o modelo alemão e explorar mais o conhecimento científico nas

²⁴ Essas três estiveram entre as primeiras firmas do mundo a organizar seus próprios laboratórios profissionais de P&D.

²⁵ Em 1880, a Alemanha respondia por cerca de um terço da produção mundial de corantes do mundo.

universidades. As empresas também passaram a demandar novos cientistas para o desenvolvimento dos seus produtos.

Enquanto novos cientistas se formavam e adquiriam habilidades para contribuir no desenvolvimento da tecnociência, várias firmas dos ramos de comunicação, energia elétrica, produção de aço, automóveis, material fotográfico, petróleo e produtos sintéticos de química orgânica se estabeleciam nos EUA. Mesmo com uma cultura científica cujo preparo para pesquisas ‘meramente teóricas’ ainda era limitado, firmas como a General Electric, DuPont, American Telephone and Telegraph e Eastman Kodak estabeleceram formalmente seus laboratórios de pesquisa antes da Primeira Guerra Mundial (NELSON, 2005b, p. 389). Deve-se considerar que os laboratórios dessas firmas, nesse período, ainda não realizavam pesquisas básicas, pois eram feitas para aperfeiçoar manufaturas e processos de produção.

Estima-se que em 1920 a indústria americana despendeu 20 milhões de dólares em cerca de trezentos laboratórios distribuídos entre firmas de diferentes segmentos (SHAPIN, 2008, p. 100). Em 1920, quando iniciara a política para conjugar ciência e técnica, 0,04% do rendimento nacional estava comprometido com P&D. Em um pouco mais de três décadas, exatamente em 1952, o comprometimento da renda nacional estava próximo de 1%. O número de cientistas profissionais se concentrava nas grandes firmas que perseguiram produtos e sistemas de produção inovadores. A DuPont, em 1942, já empregava 1.500 profissionais entre químicos e coordenadores de programas de pesquisa. Outra grande firma de comunicação, a Bell Labs empregava mais de 10 mil empregados, dos quais um terço eram cientistas profissionais e 15% destes estavam envolvidos em pesquisa básica (SHAPIN, 2008, p. 100).

A capacidade de sintetizar fios de poliamida para substituir a seda foi um dos exemplos da gênese da ‘ciência industrial’ nos EUA. Em 1927, a firma DuPont contratou para coordenar a pesquisa em seus laboratórios o professor de química orgânica Wallace Hume Carothers (1896-1937), da universidade de Harvard. Em 1930, Carothers e a sua equipe conseguiram sintetizar o primeiro polímero de poliéster, precursor do nylon. Durante nove anos, o período que coordenou as pesquisas dentro da DuPont, a equipe de Carothers registrou mais de cinquenta patentes para a firma²⁶. Só esse episódio provocou uma transformação de alto impacto, ao reduzir nos EUA a importação de seda e reduzir os custos do vestuário em uma sociedade que se massificava.

²⁶ Consulta feita no <http://www.dupont.com/corporate-functions/our-company/dupont-history.html>

A industrialização em muitos países do norte da Europa e nos EUA passou a atrair um imenso contingente de pessoas que chegavam às cidades para trabalharem nas fábricas. Ao mesmo tempo, as cidades ficavam mais complexas, assim como a demanda por determinados bens para suprir necessidades materiais e simbólicas de uma burguesia que emergia e de uma massa proletária que precisava de bens essenciais como alimentação, vestuário, comunicação, moradia, transporte, lazer. Essas demandas provocavam um empenho das indústrias em ampliarem a escalada e a diversidade de bens para ofertar. Por outro lado, os governos também buscavam formas para atenuar os conflitos sociais motivados pelas disparidades econômicas. E a forma encontrada, além de estruturar uma legislação que possibilitasse alguma melhora nas condições de trabalho e de urbanidade, esperava executar serviços públicos com o propósito de melhorar as condições de vida das pessoas que viviam na cidade. Todo esse conjunto de fatores sociais, culturais, políticos e tecnocientíficos criavam uma rede de interesses que se retroalimentavam. A tecnociência tornou-se um componente essencial para o desenvolvimento das sociedades capitalistas.

1.2.4 A comunicação e o *ethos* científico

Elaborar hipóteses, criar modelos, observar, experimentar, contar com o concurso de instrumentos, inventar instrumentos, manuseá-los, medir, mensurar, repetir o procedimento centenas de vezes, registrar na caderneta detalhadamente cada etapa da pesquisa, representar os resultados em notações matemáticas, em símbolos químicos ou em símbolos que não fazem parte da linguagem ordinária, criar teorias e leis, todos esses processos e ações são essenciais para o trabalho de qualquer cientista. No entanto, são insuficientes para o desenvolvimento da ciência. Para que se estabeleçam e sejam assumidos como “verdadeiro” no interior da comunidade científica, precisam estar acompanhados de outros dispositivos sociais e mesmo individuais. Não basta construir uma bela teoria, conseguir mostrar a adequação empírica de determinada lei, ter um excelente instrumento para capturar uma entidade astronômica, verificar que aquela descoberta será útil para o bem-estar de toda a humanidade e assim por diante. É preciso um pouco mais que isso. O “método científico”, para fazer jus ao *status quo* e ter credibilidade, demanda dos seus integrantes a comunicação entre seus pares e de que todos, além de se submeterem aos procedimentos protocolares que são visíveis e objetivos, devem assumir as normas não escritas que formam o *ethos* científico.

Dessas normas, a comunicação entre os cientistas e a própria aderência às normas não codificadas são imprescindíveis para o desenvolvimento da ciência.

Caso os cientistas não comunicassem seus resultados, certamente a ciência teria muito mais semelhanças com a arte e a religião e as suas implicações sociais seriam de outra natureza. Muito provavelmente os resultados que temos hoje, que ajudam a compreender a natureza ou a solucionar problemas oriundos da própria natureza, seriam acessados por muito poucas pessoas. Determinados fenômenos e capacidades naturais seriam interpretadas ou compreendidas unicamente a partir do gosto de cada “cientista”.

Os meios de comunicação entre os cientistas foram se transformando, e a relevância de expor as pesquisas à comunidade científica, mesmo aquelas que ainda não possuem resultados “definitivos”, é um procedimento que foi incorporado por qualquer cientista. No entanto, já em seus primórdios, havia a prática de filósofos naturais submeterem suas pesquisas a outros filósofos naturais ou interlocutores interessados. São bem conhecidas as comunicações epistolares entre Galileu e Cristina de Lorena (1565-1637) (GALILEU, 2009), Descartes e Marin Mersenne (1588-1648), Clarke, Leibniz e Newton. Além das cartas, criaram-se periódicos especializados, como jornais e revistas, para a publicação dos artigos científicos. A prática de publicar artigos em periódicos foi incorporada por todo cientista. Atualmente existe um grande número de periódicos especializados para as diferentes áreas científicas, que ajudam a preservar uma prática que nasceu com a ciência moderna.

Além da comunicação escrita, realizar a pesquisa em um espaço público para que pessoas comuns e outros cientistas pudessem ver os procedimentos adotados pelo pesquisador foi algo importante durante o período em que a ciência moderna ainda buscava conquistar simpatia e legitimidade social (SHAPIN, 2013, p. 61-84). Muitas das demonstrações dos experimentos e testes, bem como a apresentação dos resultados e experimentos aos colegas, ocorriam dentro das acadêmicas e associações. São bem conhecidas as academias fundadas durante o século XVII, como a Academia dei Lincei, criada na Itália em 1603; a Sociedade Real de Londres, em 1662; a Academia de Ciência, em Paris, por volta de 1640; a Academia de Berlin, em 1700; e Academia Imperial de São Petersburgo, em 1725 (ZIMAN, 1981, p.61-70; ROSE, 1970, p.11).

Todos esses espaços, além de ajudar a reunir as condições materiais, a garantir a autonomia da ciência, também eram adequados para a comunicação e discussão a respeito do que cada cientista vinha fazendo em seu laboratório particular, posteriormente nas universidades e em instituições de pesquisas. Com o passar do tempo, principalmente a partir do século XIX, intensificou-se, como forma de garantir essa comunicação entre os pares, de

maneira face a face, a realização de conferências. Nelas os cientistas apresentavam suas “comunicações” sobre o que estavam fazendo e as dificuldades e questões que apareciam durante o seu trabalho.

Atualmente, mesmo com os efeitos do avanço da “ciência industrial” para a circulação dos resultados científicos, é significativa a importância dos mecanismos de comunicação entre os cientistas. São congressos, simpósios, milhares de revistas especializadas impressas e eletrônicas, atividades coletivas no interior de universidades e institutos. É certo que, sobre as condições qualitativas dessa comunicação, há muito que analisar. E mesmo um campo vasto de questões que envolvem a comunicação que poderiam ser explorados tanto de uma perspectiva histórica quanto filosófica. Mas o propósito aqui é só indicar alguns elementos que atestam a importância da comunicação científica.

Igualmente importante à comunicação é o *ethos* científico. O sociólogo da ciência Robert King Merton (1910-2003), com o propósito de compreender como os cientistas se comportavam socialmente no interior da ciência, desenvolveu uma variedade de pesquisas que fortaleceram diferentes pressupostos sobre a ciência. Uma das suas ideias mais conhecidas é a de que a cultura religiosa puritana foi importante para que a ciência moderna se desenvolvesse até chegar a forma contemporânea, inspirada pela sociologia de Weber (MERTON, 2013, 15-62). Mas é na obra *Os imperativos institucionais da ciência*, na qual identifica e analisa o *ethos*, normas não escritas, que orientaria os cientistas ao produzirem ciência. Para ele os procedimentos que estruturam o *ethos*, partilhados por toda a comunidade científica, constituem a condição necessária e suficiente para assegurar a probidade da prática científica e protegê-la de máculas, como a possível perda de objetividade, neutralidade, compromisso com a verdade e de deixar de ser uma prática com fim em si mesma. Além disso, objetivava preservar a ciência de ameaças decorrentes de pressupostos ideológicos, políticos ou mercantis.

Os imperativos institucionais, ou *ethos*, da ciência, descritos como normas, tanto morais quanto técnicas, são os seguintes (MERTON, 2013, p. 181-198): 1) universalismo – a aceitação ou rejeição de enunciados científicos não dependem de nacionalidade, religião ou de outros aspectos sociais; 2) comunismo ou comunalismo – aqui se deve considerar que as descobertas científicas resultam do trabalho cooperativo e precisam ser divulgadas para a sociedade; 3) desinteresse – cientistas devem conduzir suas pesquisas desvinculadas de interesses próprios, preservando assim a objetividade; 4) ceticismo organizado²⁷ – os

²⁷ Cf. Alberto Cupani “... A essas normas Merton e seus seguidores (como B. Barber e N.W. Storer) adicionaram as de originalidade, individualismo e neutralidade emocional”.

cientistas devem buscar a correção dos possíveis erros de teorias dentro da comunidade científica e, com isso, o controle institucional é efetivado a partir do seu interior; 5) originalidade – é imperioso pensar, tanto quanto possível, por conta própria e perseguir a ampliação do estoque de conhecimento disponível; 6) individualismo – enaltece o valor da liberdade dos cientistas para escolher seus próprios problemas, questões e técnicas de investigação, bem como avaliar os resultados, sem interferência de qualquer autoridade; por fim, 7) neutralidade emocional – o cientista deve se manter emocionalmente distante do seu objeto de investigação para poder avaliar desapassionadamente argumentos e evidências (CUPANI, 1998).

A descrição feita por Merton é bastante discutível (CUPANI, 1998), no entanto, é difícil ignorar que são procedimentos adotados por cada cientista que transformam a ciência em uma instituição altamente estável. Mesmo que haja equívocos na compreensão mertoniana, é muito significativo atentar para os elementos “subjetivos”, que dependem da vontade individual, mas que seguem padrões comportamentais e cognitivos que não ameaçam a racionalidade científica, mesmo que se apliquem diferentes métodos ou teorias para se chegar aos mesmos resultados ou para se explicar um mesmo fenômeno. Ainda se vê, não só nas ciências da vida ou da natureza, muitos cientistas desenvolvendo seus trabalhos dentro dos imperativos institucionais apresentados por Merton.

Deve-se reiterar que há muito o que se escrever sobre o *ethos* mertoniano e sobre como a ciência é impulsionada por procedimentos, que não são codificáveis pelos próprios cientistas, mas passam de uma geração a outra. No entanto, para o objetivo deste capítulo as indicações são suficientes.

1.3 As bases e os objetivos da ciência

Fez-se questão de destacar neste capítulo que as tensões e disputas entre filósofos naturais e cientistas foram determinantes para o avanço da ciência. E só com o amadurecimento de alguns campos da ciência – eletromagnetismo, química e calor -, ao lado da criação de instituições de ensino de ciência, que esta passou a ser útil à técnica e impulsionou a industrialização em uma sociedade que se urbanizava.

Antes disso, era a ciência quem dependia do conhecimento acumulado de artesãos ou engenheiros-artistas. Estes emprestavam seus conhecimentos ópticos, por exemplo, para os

filósofos investigarem a natureza. A conjunção ciência e técnica, com o conseqüente avanço da industrialização, só ocorreu no último quarto do século XIX. A partir daí a ciência passou a ser vista como uma dimensão do conhecimento humano imprescindível para o bem-estar ou o progresso da humanidade.

Também se destacou neste capítulo que a ciência moderna, em seu surgimento, precisou estabelecer seus próprios locais e meios para se desenvolver. As instituições tradicionais, como as universidades, impossibilitavam que se desenvolvesse autonomamente. Assim, vieram as academias e associações científicas apontar a importância de que essas instituições científicas criadas fossem autônomas, que se estabelecessem meios e formas para os resultados e pesquisas circularem entre os cientistas – cartas, periódicos impressos especializados, conferências, exposições, etc.; enfim, apontar para a importância da formação do *ethos* científico, que são normas, valores e virtudes epistêmicas não codificadas, mas que também são parte da psicologia de cada cientista e contribuem para a coesão da comunidade científica.

A história da ciência apresentada neste capítulo deixou muita coisa de fora, mas, mesmo sendo limitada, mostrou o quanto é importante as ideias e descobertas originais. Dentro de uma análise retrospectiva não é difícil reconhecer quão valiosa é a criação de teorias ou leis fecundas que ampliam o conhecimento sobre a natureza. Estas não ocorrem com frequência no tempo. Resultam, muitas vezes, de um longo processo, mas se mostram imprescindíveis, como se fossem o dínamo do conhecimento científico.

Por fim, procurou-se mostrar que a ciência moderna é movimentada também por dois ideais – o de ampliar o conhecimento da natureza e o de produzir resultados que atendam aos interesses pragmáticos da vida. É evidente que o avanço da tecnociência e das novas tecnologias produzidas a partir da Segunda Grande Guerra têm produzido um desequilíbrio entre a efetividade desses dois ideais. É isso que se tentará mostrar nos capítulos seguintes desta dissertação.

2 O AVANÇO DA TECNOCIÊNCIA E OS IDEAIS DA CIÊNCIA

O objetivo geral deste capítulo é o de mostrar as transformações ocorridas com o avanço da tecnociência e as implicações à produção e aos ideais da ciência. Também tem o objetivo de apresentar como a ciência foi se associando à técnica de uma forma que parece impossível fazer a distinção de cada par dessa aliança. Busca-se no capítulo mostrar a relevância da tecnociência nas diferentes dimensões da vida e a sua capacidade de transformação do mundo. Mostrar o impacto que as descobertas e avanços tecnológicos causaram às artes, às filosofias, às guerras, à política e à economia. O avanço da ‘ciência industrial’ após a Segunda Grande Guerra, o crescimento econômico em tempo de paz, conhecido como os ‘anos dourados’ do capitalismo, até o declínio da pujança econômica nos anos da década de 1970 e as transformações políticas que acompanharam os avanços da ciência da computação e das novas tecnologias da informação. Artefatos técnicos que contribuíram para a desregulação dos mercados, para a crescente financeirização da economia e as transformações no mundo do trabalho.

Nas subseções seguintes, são apresentadas as principais ideias do economista Schumpeter que influenciaram substantivamente a corrente econômica evolucionária. Na seção é dado destaque ao conceito de inovação postulado pelo economista austríaco como o principal fenômeno garantidor do desenvolvimento da sociedade capitalista. A importância do ‘empreendedor inovador’, o conceito de destruição criativa e a importância do crédito para viabilizar as inovações de produtos e processos dos meios de produção, os ciclos econômicos de prosperidade e recessão que são ocorrências constitutivas do sistema capitalista. Além de apresentar algumas de suas preocupações com o futuro do capitalismo frente às mudanças institucionais que ele acompanhava.

Na seção 2.3 deste capítulo, são apresentados alguns pontos da teoria do SNI. São pontos relacionados à origem desse conceito, o trabalho e a influência dos economistas responsáveis pela sua elaboração nos documentos de pesquisa e coleta de dados dos investimentos realizados e o retorno das ações de P&D, mesmo nas políticas públicas de ciência e nos arranjos institucionais. Procura evidenciar a contribuição dessa influente teoria para a conformação da “cultura inovacionista”, que tem predominado desde a década dos anos de 1980. Ainda nessa seção, busca-se problematizar as consequências do SNI para a prática da ciência fundamental e da ciência industrial e, por sua vez, para os aspectos internos da ciência que tem como *telos* a ampliação do conhecimento humano sem vínculo com interesses

mercantis e socialmente pragmáticos, como determina as políticas de P&D para a inovação tecnológica.

2.1 **Ciência, poder e riqueza**

Ciência e técnica, contemporaneamente, constituem práticas sociais bastante intrincadas e, em muitas circunstâncias, interdependentes. Já no início do século XX essa relação apresentou sua importância ao resultar em processos de produção, manufaturas e produtos capazes de suprir necessidades econômicas e sociais. A produção do aço, da energia elétrica, a exploração do petróleo e seus derivados, a criação do automóvel, os produtos e insumos decorrentes do desenvolvimento da química orgânica e da biologia molecular, a descoberta das ondas eletromagnéticas que viabilizaram a comunicação intercontinental “instantânea”, a invenção do semicondutor e o avanço da computação, a criação de meios de transportes para o fluxo de pessoas e mercadorias, o desenvolvimento de equipamentos de defesa, entre outras tantas realizações que alteram a vida material e cognitiva, demonstram a capacidade de transformação da aliança entre ciência e técnica.

Desde quando os laboratórios de P&D, entre o final do século XIX e início do século XX, foram fundados por algumas firmas e instituições de ensino em áreas técnicas, passaram a interagir de forma regular com as universidades que realizavam pesquisas científicas. Os resultados desse saber, para muitos governos e firmas, tornaram-se imprescindíveis ao desenvolvimento econômico, político e social. À medida que a aliança entre ciência e técnica se fortalecia, o surgimento de manufaturas e novos processos produtivos cresciam exponencialmente incidindo em diferentes dimensões da vida.

Os efeitos e a monumentalidade dessa aliança passaram a se integrar às estratégias para a ampliação do lucro de firmas com a criação de novas tecnologias e de sistemas de produção eficientes. O investimento na ciência fundamental, que visa investigar com profundidade fenômenos e entidades da natureza, tem dado credibilidade aos governos que anunciam a disposição em atender demandas sociais e gerar riqueza e emprego com os resultados das pesquisas que resultam em tecnociência. Com isso, novos campos científicos são criados e valorizados, como é caso das ciências da engenharia e da computação. Essas, inclusive, são áreas fundamentais para a expansão da fronteira do conhecimento em diferentes

campos de pesquisa, que necessitam de sofisticados equipamentos para observar, experimentar e calcular ou mensurar.

A importância dessa aliança passou a ser uma ideia que se universalizou, mesmo que as condições de se produzir ciência e tecnologias de ponta não estejam disponíveis igualmente a todas as sociedades. Os indicadores relativos a P&D evidenciam que a capacidade de um determinado país produzir ciência básica ou aplicada, que resulte em tecnologias comercializáveis ou contribua para o bem-estar público, está diretamente relacionada ao poder econômico e à capacidade de implementar políticas de produção científica, que normalmente leva décadas para se consolidar e exige o dispêndio de recurso financeiro público e privado.

Não obstante, nos dias de hoje, quase a totalidade dos países, independente da força da tradição cultural de cada um deles, possui governos empenhados em tirar proveito, seja em sua dimensão econômica, social ou geopolítica, dos benefícios dessa aliança. Índia e China são dois exemplos de países que subsistem em suas estruturas sociais tradições culturais bem diferentes da cultura ocidental, mas que seguem investindo na difusão e produção de um corpo de conhecimento, como a ciência, que se pode afirmar, mesmo com a influência de outras culturas, foi fundada sobre bases cognitivas típicas do Ocidente. Os países menos desenvolvidos²⁸ e sem a tradição de produzir ciência procuram alterar esta condição tendo como parâmetro ou modelo para a elaboração de suas políticas científicas agências multilaterais, como a OCDE²⁹, União Europeia³⁰ (UE) e agências de P&D como as dos EUA e do Japão. São agências que atuam ou reúnem países com dinâmicas econômicas avançadas e tradição científica.

Mesmo com as críticas e a desconfiança que a ciência provocou após ter o resultado das suas descobertas associado a duas guerras mundiais no século passado, legislações são modificadas, leis de incentivo e agências públicas são instituídas e inúmeros agentes sociais

²⁸ O termo ‘desenvolvimento’, neste caso, é consoante aos critérios definidos e aplicados pelo Banco Mundial e outras agências multilaterais, que qualificam, entre os cerca de 190 países no mundo, apenas 25 países como ricos, cuja renda é cerca de seis vezes maior que a dos outros. Nesses países ricos, vivem 15% da população mundial. Portanto, deve-se destacar que não se ignora nesta dissertação que o termo ‘desenvolvimento’ é relativo e marcado ideologicamente pelo ideário teleológico dentro do sistema econômico capitalista, que valoriza quase que exclusivamente a estrutura industrial, a rede de serviços, a capacidade produtiva e a poupança dos países. Sabe-se da existência de diferentes conceitos alternativos a este ideário.

²⁹ Os 34 países membros são Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Dinamarca, Estados Unidos da América, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Islândia, Israel, Irlanda, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Polônia, Portugal, República da Coreia, República Checa, Reino Unido, Suécia, Suíça e Turquia.

³⁰ Os 28 países membros são Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos (Holanda), Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Romênia e Suécia.

são mobilizados para que a produção científica, sobretudo aquela desenvolvida na área das ciências naturais e da vida, seja capaz de gerar tanto bem-estar social quanto gerar ativos que elevem a riqueza nacional e quiçá dote o país de vantagens econômicas com impacto global.

A Alemanha e os EUA, países com características socioculturais distintas, são exemplos notáveis de países que até hoje tiram as consequências da aliança da ciência com a técnica. Na Alemanha, a partir da metade do século XIX, as instituições capazes de influenciar na formação intelectual passaram a investir na formação de um pensamento mais prático e menos especulativo. Nos EUA, inspirados na experiência germânica, ocorreu o inverso. Ao *ethos* utilitarista da sociedade, que refletia nas instituições de ensino e pesquisa daquele país, foi adicionada a formação para desenvolver o conhecimento científico, sem preocupações com resultados práticos.

Assim, as transformações na produção industrial do setor químico da Alemanha, no final do século XIX, e a arquitetura institucional para a produção e profissionalização da ciência conectada à técnica passaram a ser seguidas não só pelos EUA, mas por outros países da Europa. O segmento industrial integrado a produção de bens ligados à química, como já mencionado, esteve entre os primeiros a se beneficiar das modificações institucionais promovidas pelos governos da Confederação Germânica. Os resultados das pesquisas nas universidades, local onde se priorizava as investigações para aprofundar o conhecimento científico, estabeleciam relação com as investigações realizadas em instituições cuja finalidade era desenvolver ou aprimorar o conhecimento técnico. Na Alemanha, portanto, foram criados meios para a interação entre os empreendimentos cognitivos que buscavam saber o “como” algo acontece com aqueles que procuravam saber ‘como fazer’ ou aperfeiçoar o conhecimento técnico a respeito da maneira que determinado equipamento pode funcionar para produzir manufaturas ou ter o desempenho do sistema de produção melhorado.

Nos EUA, uma sociedade marcada, como já mencionado, fortemente por um *ethos* científico utilitarista, com pessoas com mentalidade extremamente prática, interessadas em desenvolver meios técnicos para assegurar a prosperidade e conter os vínculos ou limites (*constraints*) provocados pela natureza, a tecnociência se desenvolveu por diferentes causas. Uma delas foi a criação da legislação que procurava coibir a cartelização industrial e estimular a concorrência. O Clayton Act (CHANG, 2004, p.193), uma lei antitruste, promulgado em 1914, estimulou que governo e firmas, preocupados em preservar ou ampliar seus ganhos, construíssem uma política científica que interagisse com o desenvolvimento técnico, nos moldes da política da Alemanha. A nova legislação fomentou um ambiente mental e produtivo entre empreendedores, a partir da livre concorrência, de encorajar a

diversificação da oferta de produtos e a obterem meios de reduzir os custos da produção e criar novas tecnologias. Para isso, então, era determinante investir na tecnociência. Além desse mecanismo jurídico foi preciso realizar mudanças no ensino e profissionalização da ciência nos EUA. No final do século XIX e início do século XX era comum estudantes que concluíam a universidade continuarem os estudos nas universidades alemãs, para aprofundar o ensino em determinadas disciplinas científicas (SHAPIN, 2008, p. 93-110; STOKES, 2005, p. 72).

A história da interação entre ciência e técnica nos EUA e na Alemanha demonstra que não existe um caminho unívoco para realizar uma interação bem-sucedida. A Alemanha, durante séculos, preservou uma tradição intelectual especulativa, enquanto que nos EUA predominava uma cultura intelectual pragmática, cujo pensamento se voltava para a solução de problemas concretos. Essas duas tradições, no entanto, foram capazes de construir as condições que possibilitaram a efetivação do programa baconiano.

À medida que a tecnociência mostrava os seus resultados práticos e contribuía para ampliar a oferta de produtos e manufaturas para o consumo em uma sociedade de massas, dando bons resultados para as indústrias, a ciência e o cientista ampliavam sua credibilidade social. Nesse ambiente de entusiasmo com os resultados advindos da ‘ciência industrial’ a ideologia do progresso ainda mantinha o seu fôlego, que só chegará ao fim após o movimento de descolonização afro-asiática, entre os anos de 1950 e 1960. As exposições universais, promovidas desde a segunda metade do século XIX, ainda eram realizadas como um momento oportuno para representar o poder da tecnociência e do industrialismo.

A estética também foi um dos domínios da vida que representou muito bem o poder da tecnociência e do industrialismo que avançava. O Modernismo e suas diferentes derivações, como o Futurismo de Marinetti, que em seu manifesto exaltava o progresso e a velocidade de uma era; o Construtivismo, movimento iniciado na Rússia que preconizava a integração entre as técnicas artesanais e a produção industrial, o uso de formas geométricas; a Escola Bauhaus, que buscava combinar em uma única prática arquitetura, escultura e pintura; e a arquitetura modernista de Le Corbusier (1887-1965), que declarou fascinação ao ver o fluxo acelerado dos automóveis nas ruas de Paris e proferir conferências que eram verdadeiras odes à tecnociência (CORBUSIER, 2004). Essa teve uma considerável parcela de responsabilidade para criar um ambiente cultural e intelectual marcado pela ideia de que os limites naturais, socioeconômicos e estéticos poderiam ser superados devido ao seu resultado. As fronteiras do conhecimento avançavam na mesma medida que as pessoas consumiam freneticamente bens

vitais como alimentos, bens sofisticados e populares como roupas, eletrodomésticos e bens duráveis como o automóvel.

A tecnociência da virada do século XIX para o XX também passou a ser uma grande questão filosófica alimentada por muitas controvérsias. Não era possível a filosofia ignorar os impactos da tecnologia nas culturas. Ao assumirem essa empreitada de tentar entender os efeitos da tecnociência foram produzidos desde textos apocalípticos até aqueles mais otimistas com o futuro das sociedades a partir do novo estágio dela. Filósofos como Martin Heidegger (1889-1976) lideravam uma posição de pavor com o que a racionalização do mundo, a partir da nova ciência, poderia fazer com os valores humanos frente a um mundo dominado pela técnica. Outros como Hebert Marcuse (1898-1979) assumiram caminhos mais sinuosos, que em determinado momento identificavam na técnica, se trocada de mãos, a possibilidade de a humanidade se emancipar do fardo do trabalho alienado. A técnica se associava à liberdade. Mas Marcuse foi abandonando essa posição e passou a se engajar e ser o ideólogo dos grupos de pressão nos EUA, que se mobilizavam contra a Guerra do Vietnã e contra determinados investimentos públicos em ciência (STEVENS, 2003, p. 162). Outros filósofos como Gilbert Simondon (1924-1989) e Lewis Mumford (1895-1990) deram atenção aos objetos e máquinas que passavam a ser produzidas com muito mais recursos materiais e cognitivos. O caso é que a tecnociência, material e simbolicamente, atravessou toda as estruturas da sociedade e passou a ser pensada como uma questão de grande impacto na vida cultural de uma forma bem abrangente (DUSEK, 2009; CUPANI, 2011; SCHARFF; DUSEK, 2014).

No meio desse frenesi de otimismo e consumo nos países em que a economia e a ciência estavam bem avançadas, como na Europa e nos EUA, artistas, designers e arquitetos contribuíam para estetizar a diversidade de artefatos tecnológicos, as embalagens para os alimentos, os automóveis, os conjuntos habitacionais, os prédios públicos e as plantas de produção das firmas. Essa combinação entre tecnociência e arte se expressou de várias maneiras, tanto em projetos de design da Bauhaus para a firma produtora de automóveis Volkswagen, quanto na pintura de murais no prédio Rockefeller Center, em Nova York, nos EUA. Este trabalho foi encomendado ao muralista Diego Rivera (1886-1957), que, depois de pintar a imagem de Lenin em um dos murais, teve o seu trabalho substituído pelo o do José Maria Sert (1874-1945).

Todavia, foi após a Segunda Grande Guerra e durante a Guerra Fria que a tecnociência ampliou ainda mais a sua importância para governos e firmas. Durante a guerra os efeitos da tecnociência foram dramáticos. As pesquisas sobre fissão nuclear com a finalidade de construir a bomba atômica e usá-la, a construção de mísseis como o V2 (VIDEIRA, 2004),

tecnologia desenvolvida ulteriormente na produção de mísseis intercontinentais, foram, notadamente, determinantes para avaliar o modo de produzir ciência e reorientar a relação da comunidade científica com governos e sociedade.

O Projeto Manhattan, experiência de pesquisa bem-sucedida que serviu de base para o que atualmente denomina-se “Big Science”, desenvolvido no laboratório de Los Alamos, nos EUA e coordenado pelo físico Julius Robert Oppenheimer (1904-1967), mobilizou consideráveis recursos financeiros e humanos. A bomba atômica, artefato bélico que significou a materialização da ciência desenvolvida por dezenas de notáveis cientistas naturais, afora ter dado fim à guerra, mostrou outras dimensões da ciência úteis aos propósitos da política e da guerra, que ainda não eram conhecidas. O impacto do uso da ciência na produção de artefatos bélicos assumiu tamanha importância que, logo após a Segunda Guerra Mundial, com a derrota da Alemanha, cientistas deste país foram disputados entre os governos dos EUA e da União Soviética.

É notável, mesmo com o declínio da ideologia de progresso (NISBET, 1985, p. 181-355) e as desconfianças que se abateram sobre o poder de destruição da ciência, o quanto ela passou a ser vista como um empreendimento relevante para o desenvolvimento social e para garantir a defesa de um país. Já foi apresentado no capítulo anterior que o fenômeno da tecnociência teve o seu ponto de partida, de maneira mais evidente e significativa, no final do século XIX. Entretanto, a consolidação de uma interação mais imbricada que dificulta distinguir os limites de cada um dos campos – ciência e técnica –, ocorreu a partir da Segunda Guerra Mundial e das disputas tecnocientíficas durante a Guerra Fria. É nesse contexto que a ciência extrapolará a fronteira da indústria interessada no lucro e passa a se situar no campo da política e do poder estatal. É após a Guerra que as agências governamentais dos EUA, por exemplo, passaram a investir quantias substantivas de recursos na P&D. A demanda da indústria americana por cientistas, entre os anos de 1952 e 1959, teve um incremento de 60% (SHAPIN, 2008, p. 101). Naquele país, esse fenômeno foi relevante para a consolidação da ‘ciência industrial’ e demandou o aporte de mais investimentos públicos nas instituições de ensino para a formação de novos cientistas com habilidades para desenvolver pesquisas que pudessem incrementar a produção de novos produtos, como foi o caso supracitado ocorrido na DuPont.

Os países que tiveram suas cidades destruídas durante a guerra, como o Japão, a Alemanha, a Inglaterra, a França, a Bélgica e a Holanda, através de acordos econômicos internacionais utilizaram vultosos recursos para a reconstrução e retomar a dinâmica econômica em que estiveram envolvidos reconstruindo suas economias e cidades, como foi o

caso. E não demorou muito para a economia, em tempo de paz, se estabilizar e provocar um novo ciclo de crescimento econômico com a melhora significativa do rendimento das famílias dos países do norte da Europa.

Entre os anos de 1950 até o início dos anos de 1970, a prosperidade do Japão, Alemanha, EUA e outros países da Europa aparentava não ter fim. Nesse período, enquanto a economia de outros países apresentava taxas de crescimento impressionantes, os EUA, que tinha taxa de crescimento mais modesta, já era o responsável por quase dois terços da produção industrial do mundo. A produção mundial de manufatura quadruplicou entre o início da década de 1950 e o início da década de 1970, o comércio mundial de produtos manufaturados aumentou dez vezes, enquanto que na década de 1960, na Europa Ocidental, a taxa média de desemprego era de 1,5% (HOBSBAWM, 1995, p. 237).

Em meio a essa conjuntura econômica internacional, o resultado da política científica de formação de profissionais para atender determinadas áreas se mostrava, em parte, promissor. Agências governamentais durante a Segunda Guerra Mundial aproveitaram a inteligência e experiência desses profissionais, muitos dos quais após a Guerra se integraram às grandes firmas dispostas a investirem na pesquisa e no desenvolvimento de ciência e tecnologias. Mesmo assim, diante de uma necessidade tão elevada, ficou patente que os EUA precisavam formar um novo contingente expressivo de cientistas, pois corriam o risco de ficarem estagnados na competição tecnológica e terem seus produtos industriais defasados frente a economias com tradição científica, como a Alemanha e a Grã-Bretanha e aquelas emergentes tecnologicamente como o Japão.

Mas todo esse ciclo de prosperidade foi interrompido no início dos anos de 1970, principalmente devido ao aumento do barril do petróleo³¹. A crise que se prolongou por décadas e penalizou principalmente os países com economias dependentes dos EUA, dos países ricos da Europa e do apoio dado pela União Soviética aos países alinhados politicamente com o socialismo. Ao lado da crise econômica, ocorria a consolidação da revolução eletroeletrônica, além dos resultados tecnológicos das pesquisas espaciais passarem a ser difundidas para o uso civil e comercial. Esses fatores tecnocientíficos ocasionaram o início de transformações radicais nas telecomunicações e nos equipamentos de computação e transmissão de dados. Os setores produtivos, de comunicações e financeiros, por sua vez,

³¹ A crise provocada pelo aumento do preço do barril do petróleo, arbitrado pelos países membros da OPEP, normalmente é apontada como a causa do declínio da afluência daquele período, no entanto, o colapso do sistema financeiro internacional de Bretton Woods em 1971, o boom de produtos e do mercado imobiliário entre 1972 e 1973, e uma acelerada inflação, combinada ao gigantismo do déficit fiscal americano, foram fenômenos determinantes para o ocaso dos 'anos dourados'.

passaram a incorporar em seus processos de produção e serviços esses avanços tecnológicos. Em menos de duas décadas, com as mudanças políticas implementadas por governos liberais, inspirados no ideário de economistas monetaristas e de ideólogos do ‘Estado-Mínimo’, grandes firmas transnacionais eliminaram postos de trabalho e a economia entrava em uma acentuada onda de financeirização. Seguramente a força das ideias liberais dos governos da Inglaterra e dos EUA, eleitos no final dos anos de 1980, replicada e assumida por centenas de governos espalhados em diferentes continentes, foram fundamentais na implementação de programas de desconstrução do Estado de Bem-Estar, na transferência de ativos públicos estratégicos para agentes privados e nas transformações no mundo do trabalho. No entanto, os avanços da tecnociência foram essenciais para que todas essas mudanças se efetivassem com tamanha profundidade e abrangência global.

Mesmo com muitos resultados indesejáveis, é dada à ciência imensa importância para o desenvolvimento da técnica e de tecnologias. Seus feitos abarcam questões desde as mais ordinárias às mais complexas, que se transformam em verdadeiras “caixas-pretas” (LATOUR, 2000), para solucionar problemas ou produzir satisfação. Seja para resolver questões práticas ou elucidar enigmas aos olhos do senso comum, a ciência é sempre chamada.

Conforme pesquisa realizada pela OCDE (2013) sobre a percepção do impacto da ciência e da tecnologia na vida das pessoas, mais da metade dos entrevistados em 58 países de todos os continentes concordam que ela ajuda a vida a se tornar mais saudável e confortável. Porém, na mesma pesquisa, quando se pergunta se os benefícios da investigação científica superam os resultados prejudiciais, o percentual de pessoas que afirmam que os benefícios superam os danos já não é tão significativo. Nos países economicamente mais desenvolvidos é onde há o maior percentual de pessoas que respondem que os benefícios são iguais aos danos, ou que os benefícios são ligeiramente superiores aos danos. Mas a pesquisa, mesmo exigindo cautela, não deixa dúvida quanto à percepção das pessoas sobre a importância da ciência e da técnica para garantir uma vida confortável e mais fácil de ser vivida.

Ao mesmo tempo que posições paradoxais a respeito da eficiência da ciência para produzir resultados benéficos sejam registradas, grande parte da população ainda espera que diferentes problemas que afligem a sociedade possam ser debelados fazendo uso do conhecimento científico. Cada vez mais cientistas aparecem publicamente em programas de televisão e emissoras radiofônicas e escrevem artigos nos jornais para tratar de questões sensíveis como mudança climática, se determinado alimento modificado geneticamente pode ser comercializado ou explicar as consequências da tempestade solar para a comunicação dos satélites, etc. Outra prova cabal da importância dada à ciência pode ser mensurada pelo

mercado editorial de livros de divulgação científica, que não deixa de aumentar o lançamento de títulos. Os cientistas também aparecem para abordar questões obscuras de pesquisas que não estão sob o segredo intelectual, como é o caso dos experimentos em física de altas energias ou pesquisas astronômicas. Parte substantiva do apoio a esse tipo de pesquisa advém do erário, portanto, a sociedade precisa receber satisfação sobre as razões que levam o governo a deixar de alocar mais dinheiro nos programas sociais para alocar na cobertura dos custos de experimentos, por exemplo, que confirmem o modelo padrão das partículas elementares da física de altas energias.

Dessas pesquisas, desenvolvidas com recurso público em grande parte, algumas vezes derivam resultados que contribuem para o desenvolvimento de tecnologia para firmas comercializarem. Caso emblemático que se enquadra nessa situação é a possibilidade de se obter diagnósticos médicos mais precisos ao usar equipamentos de ressonância magnética. Esta técnica foi desenvolvida a partir das pesquisas no acelerador de partículas do CERN (European Council for Nuclear Research). Mas há também o lado abominável da ciência. Já se descobriu que alguns resultados foram fraudados para facilitar a comercialização de produtos e que determinados resultados científicos violam a objetividade para garantir notoriedade ao pesquisador ou pesquisadora. São episódios de uma ciência má que passam a ocupar o noticiário com mais frequência que outrora, pois, cada vez mais, os laboratórios de pesquisa alocados nas firmas precisam dar respostas aos ‘acionistas’ investidores. Com isso, cientistas, em muitos casos involuntariamente, abalam suas reputações ao apresentar alegações que os resultados não conseguem ser repetidos por experimentos independentes realizados pelo mesmo grupo de pesquisadores ou por outros.

A disputa por mercado de consumo produz uma luta acirrada entre as firmas para se colocar novos produtos em circulação e ganhar o mercado consumidor. Muitos países são capazes de desenvolver conhecimento científico em alto nível de refinamento, mas não são capazes de transformar esse conhecimento adquirido em tecnologia para comercialização. Situação desse tipo, até pouco tempo, ocorria quando comparava os EUA e o Japão. O primeiro aprofundava o conhecimento sobre determinados fenômenos, mas não era capaz de transformar esse conhecimento em tecnologia. Enquanto que o Japão se tornou um país com capacidade de desenvolver a ciência básica e transformar seus resultados em tecnologia, ou de realizar inovações incrementais.

O fato é que, a despeito das considerações desconfiadas do poder da ciência, os governos dos países das economias mais avançadas, como EUA, a UE e mesmo países de economias emergentes – como é o caso da China e Índia –, investem substantivas quantias de

recurso financeiro para aumentar o poder econômico e a capacidade de defesa. Nesse último caso, China e EUA são grandes exemplos de países que dão ampla importância à ciência para aumentar o poder geopolítico. Os EUA seguem com seus programas de pesquisa na área de robótica, nanotecnologia, inteligência artificial e neurociência para criar novos artefatos bélicos, enquanto a China amplia seus investimentos na investigação e no desenvolvimento de equipamentos como satélites e meios para transportar esses equipamentos para o espaço.

Ao lado dos governos, que são os principais promotores do desenvolvimento da ciência básica, que normalmente necessita de um maior investimento de recursos financeiros e de tempo, existem os grandes centros de P&D das firmas transnacionais que investem recurso em pesquisa aplicada e no desenvolvimento de produtos para aumentar a oferta em uma sociedade ávida por obter uma novidade, mesmo que o tempo de obsolescência do produto seja elevado. Como exemplo, as firmas que atuam na promissora área biotecnológica, que tem se tornado um segmento estratégico da economia, principalmente com os resultados nas pesquisas genômicas e de biologia molecular. Os resultados do conhecimento dessa área têm demonstrado grande potencial, que vai da aplicação de produtos e métodos para eliminar patologias que comprometem a saúde humana até a produção de organismos geneticamente modificados que ampliam a escala da produção de alimentos.

Os dados da National Science Foundation (NSF) de 2012 reforçam a tese de que as firmas despendem mais recursos em pesquisas aplicadas e principalmente no desenvolvimento de bens para colocá-los no mercado. Apenas 3% das empresas americanas conduzem atividades de P&D, mas essa pequena parcela respondeu por 71% de todo P&D realizado no país em 2009, diz o relatório, e por mais de 60% de todo o investimento. No entanto, 80% dos recursos privados de P&D são voltados para o “desenvolvimento”. Do restante, 13,9% são investidos em pesquisa aplicada, e 5%, em pesquisa básica. Esses indicadores são dos EUA, mas não é descabido considerar que firmas localizadas em outros países seguem o mesmo procedimento. Ainda de acordo com os dados do mesmo estudo o governo federal dos EUA, em 2012, arcou com 53% de todo o financiamento de pesquisa básica no país.

A importância dada à tecnociência e à criação de novas tecnologias pode ser verificada com os gastos realizados pelos países. Em 2012, os governos da OCDE investiram, em média, o equivalente a 0,8% do PIB em financiamentos diretos para P&D no próprio país e no estrangeiro. Os EUA continuam a ser o centro da rede internacional de investigação científica, contando em 2011 com quase 15% de todas as colaborações científicas documentadas em publicações científicas revisadas por pares. As 50 universidades que registram o maior

impacto relativo entre 2007 e 2010 estão fortemente concentradas em termos geográficos. Em geral, 34 das 50 universidades estão nos EUA. As restantes concentram-se na Europa – o reino Unido ocupa o segundo lugar com particular enfoque nas áreas das ciências médicas e sociais. As universidades nos EUA têm maior probabilidade de registrar resultados de excelência em bioquímica, ciências informáticas, neurociência e psicologia. As universidades dos países da Ásia se destacam em engenharia química, energia e investigação veterinária (OCDE, 2013).

Em outro conjunto de indicadores (NSB, 2014), os EUA são os maiores investidores em P&D. Em termos absolutos, os três principais países que mais investem em P&D são os EUA, com 429 bilhões de dólares; China com 208 bilhões de dólares; e o Japão com 147 bilhões de dólares. Os três países juntos são responsáveis por mais da metade do gasto global estimado de 1,44 trilhão em 2011. Em termos relativos, no ano de 2011, os EUA foram responsáveis por 30% do gasto global, a China por 15%, o Japão por 10%, a UE por 22% e 23% para os demais países.

Todos esses indicadores produzidos regularmente por agências governamentais evidenciam a dimensão da aliança entre ciência e técnica proposta por Francis Bacon no início do século XVII. Mas, a partir dos anos de 1960, economistas interessados em desenvolver uma compreensão mais acurada sobre o funcionamento das firmas passaram a destacar em seus estudos a função de resultados originais derivados dos laboratórios de P&D e dos sistemas produtivos. O trabalho que esses economistas passaram a desenvolver teve como principal referência os estudos realizados por Schumpeter³² sobre a importância da inovação e do empreendedorismo para o desenvolvimento do capitalismo. Esses economistas conhecidos como neoschumpeterianos ou evolucionários têm participado ativamente da elaboração de políticas científicas e estratégias de P&D de firmas, governos e agências multilaterais. São eles os grandes ideólogos que analisam e fundamentam com pesquisas empíricas a relevância de se ter P&D inovadoras. Portanto, a tecnociência visando resultados inovadores passa a ser estratégica e a ter um outro nível de importância e reconhecimento. Desenvolver apenas tecnociência não é o bastante para um país ou uma firma. Inovar tornou-se imperioso.

³² Joseph Alois Schumpeter (1883–1950) nasceu na Áustria, estudou direito, economia e ciência política. Exerceu a docência em universidades da Alemanha e Estados Unidos da América e foi ministro de finanças no governo socialista austríaco. Ao longo da vida intelectual se dedicou exaustivamente a pesquisas que tencionavam colaborar na elucidação do desenvolvimento da sociedade capitalista. A tese de que a ação inovadora realizada nas indústrias, por pessoas com o espírito empreendedor, era a principal responsável pelo desenvolvimento econômico esteve na base dos seus estudos. As obras mais citadas que ele escreveu, onde esta tese é desenvolvida, são *Teoria do Desenvolvimento Econômico* [publicada em 1911], *Ciclos Econômicos* [publicada em 1939] e *Capitalismo, Socialismo e Democracia* [publicada em 1942].

2.2 Schumpeter e a inovação

Produzir ideias e coisas materiais inovadoras de maneira deliberada ou inconsciente é uma capacidade cognitiva ínsita e exclusiva do gênero humano. Muitas das atividades que as pessoas realizam, das mais simples às mais complexas, resultaram de ideias originais. Aqueles procedimentos necessários para o preparo de alimentos para servir na refeição ou para construir uma sonda e colocá-la sobre a superfície de um cometa exigem regras de procedimentos, modelação de materiais resistentes, transformação de substâncias da natureza e tantas outras atitudes engendradas por ideias que, em algum momento, foram consideradas originais ou inovadoras. Sem elas, que são frutos da capacidade cognitiva humana em interação com o ambiente natural e social, seria quase impossível alterar determinada configuração material ou um conjunto de ideias e sequer criar algo que nunca existiu. Sem a capacidade criativa, a humanidade certamente estaria vivendo em condições muito parecidas com a dos seus primeiros ancestrais.

Foram ideias inovadoras que romperam com valores culturais e estruturas de conhecimento estabelecido em diferentes períodos da história social. O desenvolvimento cumulativo ou orgânico de determinadas instâncias da vida, como a ciência moderna, a técnica, as instituições políticas, econômicas e culturais, as realizações estéticas e industriais, todas resultam de ideias inovadoras. Cada um desses segmentos que compõem a complexidade das interações da vida sempre contou, para mudar, com iniciativas coletivas ou individuais de pessoas capazes de produzir algo inovador.

A história indica que o fenômeno da inovação ganhou importância progressivamente na Idade Moderna. A busca incessante para romper com a tradição estabelecida é uma marca que constitui o tempo ‘moderno’. O ambiente intelectual que impulsiona o gênero humano a se desvencilhar da tradição criou condições para que ideias inovadoras radicais se multiplicassem, pudessem se transformar em ideologias que abalaram e, em muitos casos, ruíram estruturas sociais, impactaram mentalidades e ajudaram a criar máquinas e outros artefatos. Não se sabe de revoluções sociais ou econômicas que não tenham sido engendradas ou motivadas por ideias originais.

No entanto, é dentro da Idade Moderna, a partir da Primeira Revolução Industrial e da ascensão da classe burguesa, a classe que solapou quase todos os valores do medievo, que o conceito inovação passou a ser o sopro vital da ideologia que alimentará a sociedade industrializada e de massas. Muitos pensadores estudaram essas transformações sociais que

modificaram aceleradamente a percepção do tempo, hábitos e gostos, que ocorriam no meio de tantas mudanças, como a mecanização do tear e o aperfeiçoamento da máquina a vapor, com o fenômeno da produção em grande escala e do declínio de estruturas sociais estáveis.

Karl Marx, para citar um dos mais notáveis, em uma das passagens do seu célebre opúsculo, *O Manifesto Comunista*, ao expressar a ascensão e o poder transformador da classe burguesa, que passou a promover e coordenar o industrialismo do final do século XVIII, não utiliza o substantivo inovação, mas é fácil reconhecer que esse fenômeno subjaz a sua prosa.

A burguesia não pode existir sem revolucionar constantemente os instrumentos de produção, portanto as relações de produção, e por conseguinte todas as relações sociais. [...] As relações rígidas e enferrujadas, com suas representações e concepções tradicionais, são dissolvidas, e as mais recentes tronam-se antiquadas antes que se consolidem. Tudo o que era sólido desmancha no ar, tudo que era sagrado é profanado, e as pessoas são finalmente forçadas a encarar com serenidade sua posição social e suas relações recíprocas (MARX; ENGELS, 1998, p. 11).

Segundo Berman (2013, p.112), essa e outras passagens do *Manifesto* exprimem uma profunda percepção da cultura na modernidade e, ao mesmo tempo, dramatiza algumas das suas mais profundas contradições que continuam a acompanhar as sociedades hodiernas.

A partir do século XIX alguns economistas passaram a identificar a inovação nas firmas e empresas como um fator capaz de ampliar as vantagens competitivas dentro do sistema capitalista. E, no final dos anos de 1960, quando a ciência já se mostrava imprescindível para a reprodução da vida e para a produção de produtos, o conceito inovação sofre um novo giro de sentido. Não era mais o mesmo sentido do início do século XVI, quando começou a expansão marítima e o geocentrismo era questionado, nem aquele atribuído durante o do século XVIII, no período da Revolução Industrial. Inovação passou a ter um uso mais restrito e dirigido à dinâmica econômica, em uma sociedade que se transformava e se tornava dependente da técnica e da ciência. Obter resultados inovadores passou a ser essencial para a expansão dos ganhos de indústrias e corporações, para a eficiência da máquina estatal, para o progresso da P&D, para a satisfação de consumidores e para promover bem-estar e estabilidade social.

Atualmente, é comum ver a palavra inovação registrada em documentos das agências governamentais, em nomes de setores do governo como ministérios, nos setores de pesquisa de indústrias, nos cursos e em disciplinas de administração de empresas. Tornou-se comum encontrar adicionado aos nomes de ministérios de ciência, de indústria e comércio, à sigla P&D o substantivo inovação. A propaganda de quase todos os produtos e equipamentos é acompanhada da palavra inovação, que passou a ser sinônimo de algo distintivo, ‘moderno’ e

eficiente. Qualquer artefato manufaturado, serviços, obra artística e mesmo aquela substância ou ideia que não são monetizadas são apresentadas como inovadoras.

A expressão é utilizada sem critérios precisos pela administração pública e por agentes privados que comercializam seus produtos, como as chamadas indústrias de produtos de alto consumo. À inovação foi dado um significado e destaque que parece admissível se falar em uma “cultura inovacionista”, que parte do circuito econômico para interseccionar o ‘mundo da vida’. Quando o prolífero professor de economia e advogado Joseph Schumpeter estudou exaustivamente o ato inovador dentro das firmas, considerando-o como o principal fenômeno responsável pelo progresso da sociedade capitalista, não imaginava que os seus estudos sobre o tema e o conceito ganhariam tamanha relevância.

Para Schumpeter, a maioria dos economistas que o antecederam e seus contemporâneos não deu a devida importância ao fenômeno da inovação. Em sua época, predominavam modelos interpretativos de base teórica de economistas neoclássicos, que descreviam uma economia estática, dentro de um sistema fechado com um fluxo circular, com uma concorrência perfeita em que o desenvolvimento dependia da ampliação da demanda e todos os agentes econômicos eram dotados de uma racionalidade substantiva capaz de prever a totalidade dos interesses dos envolvidos interessados em maximizar vantagens e ganhos. O avanço tecnológico, as mudanças dos meios de produção, os fatores endógenos das firmas eram secundarizados nas interpretações da dinâmica de funcionamento do capitalismo.

Schumpeter seguiu uma direção contrária àquela adotada pelos economistas neoclássicos. A base de toda a sua teoria, que expôs em dezenas de livros, em centenas de artigos, em jornais e revistas especializadas, analisava as transformações que ocorriam no interior das firmas. Na esteira de Karl Marx, quem ele considerava como o pioneiro ao identificar na transformação dos meios de produção o motor do capitalismo, Schumpeter se opôs ao modelo walrasiano³³ (HUNT; LAUTZENHEISER, 2013, p. 228-238) da concorrência perfeita e de um sistema econômico estático e equilibrado. A característica principal que garantia a existência do sistema capitalista era a instabilidade, o descontínuo e perpétuo ciclo de prosperidade e recessão, que resultava das transformações realizadas no interior das empresas, com a criação de novos produtos para serem ofertados no mercado ou na mudança do sistema produtivo. As empresas, segundo Schumpeter, eram organismos que sofriam mutações, provocavam rupturas e, por sua vez, a evolução do sistema. O principal

³³ Marie Ésprit Léon Walras (1834-1910) foi um economista francês muito influente entre os economistas neoclássicos. As suas maiores contribuições para a economia foram a ideia da utilidade marginal e a teoria do equilíbrio geral.

agente que promovia as transformações era o empresário empreendedor com a coragem e a capacidade de inovar. Portanto, para Schumpeter, o progresso do capitalismo resulta das realizações inovadoras no interior das empresas que concorrem entre si para adquirir uma melhor posição no mercado. O processo inovador é realizado assimetricamente e emerge como novidade ao lado do velho.

As principais obras em que Schumpeter analisa o desenvolvimento do capitalismo, cujo pressuposto é o de que a inovação é o motor essencial para movimentar o sistema, são *A Teoria do Desenvolvimento Econômico* (TDE), editada em 1911, *Ciclos Econômicos*, editada em 1939, *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (CSD), editada em 1942 e *História da Análise Econômica*, editada em 1954. Nesta seção far-se-á referência principalmente às obras TDE, considerada o trabalho inaugural, que depois aperfeiçoou nos livros seguintes, e CSD.

TDE é o livro onde Schumpeter desenvolve a análise sobre o quanto, para construir uma teoria consistente do capitalismo, deve-se atentar para os interstícios das empresas e indústrias. Em vez de mirar na demanda, como faziam os analistas da economia neoclássica, deve-se mirar na oferta, em como as empresas funcionam para produzir e distribuir seus produtos. Em passagens do TDE e em outros livros, Schumpeter utiliza expressões como ‘processo evolucionário’ e outras do léxico da biologia para se referir ao conjunto de transformações e disputas onde algumas firmas se saem melhor que outras. E como na biologia evolucionista clássica firmas e indústrias que não são capazes de inovar ao longo da competição definham até deixarem de existir.

Contudo, ele deixa claro que ao lançar mão dos termos da biologia não pretende traçar paralelo com as ideias de Charles Darwin (NELSON, 2005b, p. 90-92). Mas, nesse caso, independente se o paralelo existe ou não, Schumpeter descreve o sistema capitalista como um ambiente de constante competição, cuja capacidade dos mais aptos de identificarem vantagens em um ambiente econômico complexo são os fenômenos que garantem a manutenção de todo o sistema. Nesse ambiente competitivo e de constantes rupturas, mutações e adaptações, não é possível, como acreditam os economistas neoclássicos, prever todos os movimentos e combinações dos diferentes agentes. Para Schumpeter essa caracterização feita pela teoria neoclássica sobre a racionalidade dos agentes dentro do sistema era implausível, tanto pela complexidade do sistema quanto à racionalidade limitada da espécie humana. Não é possível que um ser humano seja capaz de prever todas as interações possíveis entre os agentes e instituições.

Portanto, na teoria de Schumpeter as relações são dinâmicas e não estáticas como descrevem os economistas neoclássicos. São a alteração dos meios de produção e as novas

ofertas ao mercado que geram desequilíbrio, a ampliação do lucro decorrente dessa inovação e conseqüentemente o desenvolvimento do capitalismo. Enquanto que para os neoclássicos é a demanda que estimula a produção de novos produtos e o avanço do sistema, para Schumpeter é a ação do empresário empreendedor, capaz de gerar inovações no interior das indústrias e firmas, que alimentará o mercado com a oferta de novos produtos. É o ato inovador que produz novas ofertas e transformações no sistema produtivo, o fenômeno responsável pela dinâmica do capitalismo e não a ampliação da demanda dos consumidores por novos produtos.

Certamente devemos sempre começar da satisfação das necessidades, uma vez que são o fim de toda produção, e a situação econômica dada em qualquer momento deve ser entendida a partir desse aspecto. No entanto as inovações no sistema econômico não aparecem, via de regra, de tal maneira que primeiramente as novas necessidades surgem espontaneamente nos consumidores e então o aparato produtivo se modifica sob a sua pressão. Não negamos a presença desse nexos. Entretanto, é o produtor que, via de regra, inicia a mudança econômica, e os consumidores são educados por ele, se necessário; são por assim dizer, ensinados a querer coisas novas, ou coisas que diferem em um aspecto ou outro daquelas que tinham o hábito de usar. Portanto, apesar de ser permissível e até necessário considerar as necessidades dos consumidores como uma força independente e, de fato, fundamental na teoria do fluxo circular, devemos tomar uma atitude diferente quando analisamos a mudança (SCHUMPETER, 1982, p. 48).

Schumpeter entende que as necessidades humanas são mínimas, mas elas podem ampliar se houver estímulo através do apelo publicitário, da criação de uma novidade, ampliação da oferta de crédito para facilitar a compra, como fez a empresa General Motors, ou, ainda tirando exemplo da indústria automobilística, a empresa Ford ao produzir um modelo de veículo popular, o Ford Modelo T, que vendeu 12 milhões a preços cada vez mais baixos para o consumidor, em 22 anos (MCCRAW, 2012, p. 283). As pessoas são suscetíveis a alterarem os hábitos de consumo se forem estimuladas, e as empresas devem considerar esse fato dentro da estratégia para dominar ou se expandir no mercado consumidor.

Ele destaca que inovação não reduz a invenção. Ela é a realização feita por pessoas, como se verá nesta seção, com aptidões incomuns. Inovação pode ser inventar algo completamente novo – inovação radical, mas também pode ser o aperfeiçoamento daquilo que já existe – inovação incremental.

A liderança econômica em particular deve pois ser distinguida da “invenção”. Enquanto não forem levadas à prática, as invenções são economicamente irrelevantes. E levar a efeito qualquer melhoramento é uma tarefa inteiramente diferente da sua invenção, e uma tarefa, ademais, que requer tipos de aptidão inteiramente diferentes. (...) as inovações, cuja realização é a função dos empresários, não precisam necessariamente ser invenções. Não é aconselhável, portanto, e pode ser completamente enganador, enfatizar o elemento invenção como fazem tantos outros (SCHUMPETER, 1982, p.62)

Ele enfatiza que qualquer invenção que não se integre organicamente ao conjunto de fatores que possibilita vantagens na competição com os concorrentes não é inovação. Ou seja, inovação é algo integrado ao circuito econômico, que não precisa ser necessariamente um produto comercializável, e poderá gerar vantagens para a firma responsável pelo ato inovador. O conceito inovação engloba, nos termos de Schumpeter, as seguintes situações.

1) Introdução de um novo bem – ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiveram familiarizados – ou de uma nova qualidade de um bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em uma nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria. 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes ou não; 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio (SCHUMPETER, 1982, p. 48).

Inovação, portanto, significa a combinação de diferentes fatores. Não se confunde com qualquer outra realização original, inédita, única, singular, etc, que não serve a interesses econômicos. Assim, seguindo o sentido dado por Schumpeter à inovação, uma descoberta científica ou a criação de uma nova fórmula matemática, por exemplo, enquanto não gerarem direta ou indiretamente resultados econômicos, só são inovadoras para a comunidade de cientistas e matemáticos.

Chama atenção como Schumpeter caracteriza o empreendedor que realiza inovações na TDE. Ele faz uma distinção, que causa estranheza nos dias atuais, entre administrador e empresário empreendedor. Fica patente na caracterização a influência do seu tempo, em que as transformações sociais e culturais, ocorridas em Viena e em outras partes da Europa, impactavam a constelação de valores de tradição aristocrática, em um mundo que o industrialismo e a mecanização da agricultura em países como a Alemanha ajudavam a formar uma sociedade de massas. Não é difícil, nesse caso, identificar a influência das ideias de Max Weber em seu trabalho, quando Schumpeter parece esperar que a intensa racionalização do sistema capitalista (SCHUMPETER, 1982, p. 60) não elimine a existência ou o talento do ‘empresário empreendedor’, que produz inovação. Este consegue se diferenciar daqueles que seguem a rotina e o trabalho acomodados em suas posições ou zonas de conforto.

As descrições das personalidades – da pessoa inovadora e da pessoa que não ousa inovar – se ligam a considerações psíquicas e características inatas ao comportamento humano. Para Schumpeter o gênero humano tende sempre a buscar um estado de conforto

para poupar energia física e psíquica. Enquanto que no domínio econômico há sempre a pressão para que o proprietário da firma responda demandas estritamente burocráticas e de comercialização, por exemplo, e, diante do tempo sempre exíguo, fica com as condições para inovar bem reduzidas. Na passagem abaixo fica evidente que ele valoriza a iniciativa do agente, sem se comprometer com raciocínios ou leituras do fenômeno que se esposam com o determinismo econômico, como uma força que não dá espaço para o agenciamento individual. Mesmo com todas as adversidades provocadas por fatores econômicos, sociais e psíquicos o indivíduo poderá inovar. Há uma combinação entre a racionalidade empresarial que precisa enfrentar a competição concorrencial com a criação de vantagens competitivas e o talento individual que depende de aptidões subjetivas, que faz lembrar o trabalho autoral dos artistas.

A história da ciência é uma grande confirmação do fato de que consideramos excessivamente difícil adotar um ponto de vista científico ou um método novo. O pensamento volta repetidamente à trilha habitual, mesmo que tenha se tomado inadequada e mesmo que a inovação mais adequada em si mesma não apresente nenhuma dificuldade particular. A própria natureza dos hábitos arraigados de pensar, a sua função poupadora de energia, se funda no fato de que se tornaram subscientes, que produzem seus resultados automaticamente e são à prova de crítica e até de contradição por fatos individuais. Mas, precisamente por causa disso, tomam-se grilhões quando sobrevivem à sua utilidade. Assim é também no mundo econômico. No peito de quem deseja fazer algo novo, as forças do hábito se levantam e testemunham contra o projeto embrião. É portanto necessária uma força de vontade nova e de outra espécie para arrancar, dentre o trabalho e a lida com as ocupações diárias, oportunidade e tempo para conceber e elaborar a combinação nova e resolver olhá-la como uma possibilidade real e não meramente como um sonho. Essa liberdade mental pressupõe um grande excedente de força sobre a demanda cotidiana e é algo peculiar e raro por natureza (SCHUMPETER, 1982, p. 61).

2.2.1 Prosperidade, recessão e crédito

Schumpeter analisou a história industrial da Grã-Bretanha, da Alemanha e dos EUA, concentrando-se desde o florescimento das indústrias têxteis de algodão, ferrovias, aço, automóveis e energia elétrica. Os estudos históricos, combinados com sofisticados cálculos econométricos – área da economia que ele ajudou a se estabelecer³⁴ –, foram importantes para que ele elucidasse os ciclos econômicos e suas fases internas. A principal obra que analisa com dados históricos econômicos é *Ciclos Econômicos*. Este trabalho é extenso e bastante técnico, descreve o sistema como endogenamente instável devido ao fenômeno inovador produzido nas firmas e empresas. Sempre após a criação de algo com inovação, quem o criou

³⁴ Schumpeter, em dezembro do ano de 1930, foi um dos fundadores da Sociedade Econométrica dos EUA, ocupando, posteriormente, dois mandatos de dois anos como vice-presidente e presidente (MCCRAW, 2012, p. 230)

amplia o seu lucro e as firmas concorrentes perdem posição no mercado para o produto ou sistema produtivo inovador, fato que temporariamente reduz a lucratividade dessas, dentro de um período de tempo necessário para que ocorram as adaptações. Após as adequações, no entanto, segue um novo ciclo quando firmas e empresas incorporaram as vantagens daquela inovação, ampliaram seus lucros para chegar ao ponto estável ou de equilíbrio, até que esse quadro de estabilidade seja rompido com uma nova inovação. A descrição dos ciclos econômicos apresentada dentro da teoria de Schumpeter é extremamente sintética, pois a principal obra que trata desse assunto é exaustiva, e nela Schumpeter demonstra que no interior de cada ciclo ocorrem perturbações. Pode parecer, principalmente por usar cálculos matemáticos, que os ciclos sejam rígidos, mas não é o caso. Schumpeter era cauteloso quanto à eficiência e ao uso da matemática na economia para analisar e prever fenômenos econômicos. Em artigo da primeira edição do jornal *Econometrica*, ele escrevia:

Não impomos nenhum credo – científico ou de nenhuma outra natureza – e não temos um credo comum, à parte a convicção de que: em primeiro lugar, a economia é uma ciência, e, em segundo, esta ciência tem um aspecto quantitativo muito importante. Não somos uma seita. Nem tampouco uma “escola”. Nada poderia estar mais distante de nossas preocupações que qualquer crença intransigente numa excelência exclusiva dos métodos matemáticos, ou qualquer intenção de menosprezar o trabalho de historiadores, etnólogos, sociólogos e assim por diante. Não queremos combater ninguém nem nada senão o diletantismo (SCHUMPETER, *Econometria I*, p.5-6, jan. 1933 *apud* MCCRAW, 2012, p. 231).

Entre os fatos que provocavam ciclos de prosperidade, ele cita a produção da indústria têxtil na Grã-Bretanha e a expansão das ferrovias nos EUA. Em ambos os casos, essas inovações impactaram diferentes setores da economia, ampliaram a comercialização de tecidos e de terra, produziram emprego, impulsionaram indústrias de produção de peças para máquinas, etc. Mas, após o ciclo de prosperidade, os lucros provocados pela inovação tendem a reduzir, e é quando segue a crise e a depressão, até que a criação de algo inovador leva novamente o sistema para o ciclo de prosperidade. Para Schumpeter, como já foi mencionado, a evolução capitalista significava perturbação. Sem perturbação, crises e revoluções tecnológicas e mudanças nos meios de produção, a sociedade capitalista não poderia existir. E a causa de todas essas mudanças é a inovação.

Sem inovações, não há empreendedores; sem a realização empresarial, não há lucro capitalista nem impulso capitalista. O clima das revoluções industriais – o clima de ‘progresso’ – é o único em que pode sobreviver o capitalismo. Por isso deve haver constante mudança, vinda de dentro. Neste sentido, o capitalismo estabilizado é uma contradição em termos (SCHUMPETER, *Business Cycles*, II, p. 907 *apud* MCCRAW, 2012, p. 287).

No modelo de Schumpeter o sistema funciona por causa de um perpétuo ciclo de prosperidade e recessão. Sem esse ciclo econômico o sistema capitalista ruiria. A busca

incessante por uma posição vantajosa no mercado provoca ao conjunto do sistema rupturas e revoluções imprevisíveis que eliminam firmas antigas, incapazes de inovarem, e impulsionam outras a se adaptarem ao novo ambiente modificado com a nova combinação de fatores inovadores.

Schumpeter em seu modelo explicativo dá ênfase a três inovações institucionais que as consideram determinantes para a ascensão do capitalismo e para contribuir para os ciclos, a saber, a fábrica, a corporação e o moderno sistema financeiro. Mesmo ao analisar os ciclos do desenvolvimento econômico – prosperidade, crise e depressão –, e a importância das instituições financeiras para a oferta de crédito ao empreendedor disposto a criar algo inovador, ainda é o ‘empresário empreendedor’ o principal responsável pelo desenvolvimento do sistema, e não quem emprestou o dinheiro.

Na teoria schumpeteriana o crédito bancário é relevante para o desenvolvimento do sistema capitalista. No capítulo III – *Crédito e Capital* – do TDE, depois das considerações introdutórias, são apresentadas ideias que reforçam a importância da concessão de crédito ao empresário empreendedor como o principal meio de assegurar o dinamismo do sistema capitalista. É a concessão de crédito aos empreendedores que possibilita que eles realizem ‘novas combinações’ para gerar um novo ciclo de prosperidade. Qualquer empreendedor que deseje ampliar os seus lucros em uma economia que segue o hipotético ‘fluxo circular’, portanto, sem lucro suficiente para investir em novos projetos inovadores, precisa de crédito. A importância dada ao crédito é tanta que Schumpeter considera o mercado financeiro e seus investidores como ‘quartel-general do sistema capitalista’. Todo tipo de demanda de crédito se dirige ao sistema financeiro e são os investidores ou banqueiros que definem qual o projeto econômico que será financiado.

O crédito é essencialmente a criação de poder de compra com o propósito de transferi-lo ao empresário, mas não simplesmente a transferência de poder de compra existente. A criação de poder de compra caracteriza, em princípio, o método pelo qual o desenvolvimento é levado a cabo num sistema com propriedade privada e divisão do trabalho. Através do crédito, os empresários obtêm acesso à corrente social dos bens antes que tenham adquirido o direito normal a ela. Ele substitui temporariamente, por assim dizer, o próprio direito por uma ficção deste. A concessão de crédito opera nesse sentido como uma ordem para o sistema econômico se acomodar aos propósitos do empresário, como um comando sobre os bens de que necessita: significa confiar-lhe forças produtivas. É só assim que o desenvolvimento econômico poderia surgir a partir do mero fluxo circular em equilíbrio perfeito. E essa função constitui a pedra angular para a moderna estrutura de crédito (SCHUMPETER, 1982, p. 74).

Portanto, não se pode, para Schumpeter, dissociar o fenômeno inovador do crédito que assegure a possibilidade da inovação. O crédito é tão essencial para garantir a ampliação da oferta que medidas anticíclicas, como a de conceder crédito para garantir o consumo, não são

vistas com bons olhos por ele. O alvo deve sempre ser medidas para ampliar a oferta, pois desta ocorrerá a demanda. Assim, o crédito para ampliar a oferta contribuirá para um novo ciclo de prosperidade, em que todos os segmentos ganharão, mesmo que desigualmente, com a aposta creditícia. Por exemplo, casos inovadores podem alterar radicalmente o ambiente econômico, como aqueles mencionados no *Ciclos Econômicos*, gerando novas oportunidades de trabalho e a ampliação da renda em circulação no mercado consumidor.

2.2.2 Destruição criativa

Após a publicação do TDE, Schumpeter fez longas viagens entre a Europa, o Japão e os EUA. Em 1932, foi trabalhar como professor da Universidade de Harvard, nos EUA, e lá residiu até a sua morte, no ano de 1950. Neste período, acompanhou a acelerada transformação do capitalismo no país e a analisou de perto, mantendo interlocução com intelectuais respeitáveis de diferentes áreas de estudo. Estiveram sob a sua atenção investigativa a concorrência acirrada entre empresas, a formação de monopólios e oligopólios, a formação de um mercado consumidor de massas, as estratégias de propaganda utilizadas pelas firmas para vender seus produtos, a instalação de laboratórios de pesquisa nas empresas, o poder dos acionistas que passavam a ter o controle das empresas, etc.

Durante esse período, depois de escrever *Ciclos Econômicos*, obra que não teve a repercussão que esperava, produziu CSD. Este livro teve o propósito de apresentar suas ideias com mais clareza e analisar as consequências do capitalismo que entrara em um novo estágio de evolução. O ambiente intelectual e socioeconômico em que ele estava imerso era bem diferente daquele de Viena do início do século XX, quando escreveu TDE, o seu livro inaugural com pressupostos e modelos analíticos que ele ajustaria aos novos tempos, aproveitando as teorias que surgiam.

A obra CSD é marcada por análises e projeções controvertidas que até hoje provocam infindáveis discussões entre os pesquisadores do pensamento de Schumpeter. A dura crítica às projeções de Karl Marx sobre a ascensão da sociedade comunista, a importância dada ao processo de formação dos oligopólios industriais, a crítica à rotina criada com as novas técnicas para se produzir inovações, o fim do proprietário das firmas que davam lugar aos novos acionistas proprietários e, por fim, o vaticínio de que o capitalismo soçobriaria para o universalismo do socialismo são algumas dessas posições que ainda provocam leituras divergentes.

Nesta obra, há um breve capítulo dedicado à ‘destruição criativa’, que é o conceito-chave que sintetiza a causa da dinâmica da sociedade capitalista. O capitalismo é o resultado de uma incessante disputa entre firmas e a capacidade de criação de novos produtos e processos e o definhamento de outros. Compara as indústrias a um corpo orgânico que sofre constantes mutações e provocam grandes revoluções destruindo completamente as velhas estruturas produtivas. Todas essas transformações e consequências só podem ser analisadas retrospectivamente, pois são mudanças que ocorrem no interior das firmas, em intervalos de tempo curtos, mas que os efeitos só podem ser precisados ao analisar o ciclo de desenvolvimento completo que é, fundamentalmente, marcado pela alternância de prosperidade e recessão.

É uma história de revoluções, como o é a história da indústria de ferro e aço, desde o forno de carvão vegetal até os tipos que hoje conhecemos, a história da produção da eletricidade, da roda acionada pela água à instalação moderna, ou a história dos meios de transporte, que se estende da antiga carruagem ao avião que hoje corta os céus. A abertura de novos mercados, estrangeiros e domésticos, e a organização da produção, da oficina do artesão a firmas, como a U.S. Steel, servem de exemplo do mesmo processo de mutação industrial — se é que podemos usar esse termo biológico — que revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos. Este processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo. É dele que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda a empresa capitalista para sobreviver. (SCHUMPETER, 1950, p. 83, tradução nossa)³⁵.

Chama atenção a posição de Schumpeter ao projetar, a partir do novo estágio com grandes empresas e um sistema financeiro cada vez mais complexo, o declínio do capitalismo. Esse declínio resultaria da estrutura institucional que se formava e, conseqüentemente, produziria um ambiente intelectual inóspito para o empresário empreendedor. Mais uma vez, é possível sentir as influências do pensamento de Max Weber, que avaliava que a racionalização da sociedade era inevitável e solaparia definitivamente atributos humanos ligados à dimensão estética e sensitiva. Para Schumpeter o principal organismo cuja inovação pode acontecer estaria ameaçado pelas mudanças institucionais que transformavam as empresas em sociedade anônimas, que em vez de ter proprietário empresário empreendedor, passava a ter como proprietários grupos de acionistas. Um fenômeno que, para Schumpeter, tirava a disposição de uma firma concorrer, de ganhar posições no mercado e avançar

³⁵ O texto em língua estrangeira é: “[...] is a history of revolutions. So is the history of the productive apparatus of the iron and steel Industry from the charcoal furnace to our own type of furnace, or the history of the apparatus of power production from the mailcoach to the airplane. The opening up of new markets, foreign or domestic, and the organizational development from the craft shop and factory to such concerns as U.S. Steel illustrate the same process of industrial mutation – if I may use that biological term – that incessantly revolutionizes the economic structure *from within*, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one. This process of Creative Destruction is the essential fact about capitalism.”

interminavelmente na busca de combinações que transforme a empresa para perseguir vantagens competitivas no mercado. A disposição de lutar pelos interesses da empresa diminuiria até chegar ao fim, diante do novo formato de controle e participação acionária.

O processo capitalista, ao substituir as paredes e as máquinas de uma fábrica por um simples pacote de ações, emascula toda a ideia da propriedade. Relaxa o controle que foi outrora tão forte — o controle no sentido do direito legal e a capacidade real de agir como se entendia e também o controle no sentido de que o dono do título perde a vontade de lutar até o fim econômica, física e positivamente, por sua fábrica e seu domínio sobre ela e manter seus direitos. Essa evaporação do que poderíamos chamar a substância material da propriedade — sua realidade visível e palpável — afeta não apenas a atitude dos proprietários de ações, mas também a dos operários e do público em geral. A propriedade desmaterializada, desfuncionalizada e ausente não impressiona nem desperta apoio moral, como o fazia a propriedade real. Finalmente, não restará ninguém que se mostre realmente disposto a defendê-la, ninguém dentro ou fora das grandes empresas (SCHUMPETER, 1950, p. 142, tradução nossa)³⁶.

E como consequência do fenômeno que transfere a propriedade da empresa para acionistas ocorre o fim do ato inovador. Sem o empresário empreendedor, que não vive diretamente o seu negócio, combinado à estrutura funcional de delegar a especialistas a responsabilidade de realizar as transformações tecnológicas, criar inovação, os resultados passariam a ser previsíveis sem o impacto que até então movimentava o capitalismo.

A própria inovação está hoje reduzida à rotina. O progresso tecnológico se transforma cada vez mais em atividade de grupos de especialistas, que fornecem o que se lhes encomenda e fazem o produto operar de uma maneira previsível. A auréola de romance da antiga aventura comercial começa a minguar rapidamente, pois um número cada vez maior de coisas pode ser rigorosamente calculado, quando outrora podia ser apenas visualizado num relâmpago de gênio (SCHUMPETER, 1950, p. 132, tradução nossa)³⁷.

A passagem acima explicita o quanto Schumpeter reputava uma constelação de valores que Weber e tantos outros pensadores pessimistas prognosticavam o progressivo assolamento de tais valores, com o avanço da industrialização e a formação de uma sociedade de massas.

Essas passagens polêmicas e que muitas ainda não se confirmaram não reduzem a importância das análises e proposta feitas por Schumpeter. Notáveis pensadores que estudam

³⁶ O texto em língua estrangeira é “[...] The capitalist process, by substituting a mere parcel of shares for the walls of and the machines in a factory, takes the life out of the idea of property. It loosens the grip that once was so strong — the grip in the sense of the legal right and the actual ability to do as one pleases with one’s own; the grip also in the sense that the holder of the title loses the will to fight, economically, physically, politically, for “his” factory and his control over it, to die if necessary on its steps. And this evaporation of what we may term the material substance of property — its visible and touchable reality — affects not only the attitude of holders but also that of the workmen and of the public in general. Dematerialized, defunctionalized and absentee ownership does not impress and call forth moral allegiance as the vital form of property did. Eventually there will be *nobody* left who really cares to stand for it — nobody within and nobody without the precincts of the big concerns.”

³⁷ O texto em língua estrangeira é: “[...] Innovation itself is being reduced to routine. Technological progress is increasingly becoming the business of teams of trained specialists who turn out what is required and make it work in predictable ways. The romance of earlier commercial adventure is rapidly wearing away, because so many more things can be strictly calculated that had of old to be visualized in a flash of genius.”

o seu trabalho apontam os equívocos das previsões que foram feitas na CSD (NELSON, 2005b). Outros chegam a afirmar que o texto do Schumpeter é carregado, no fundo, de uma sutil ironia, o que obrigaria o leitor, não se sabe exatamente como, a ler nas entrelinhas. Entre tantas considerações, há também a que descreve o trabalho CSD como o reflexo de um autor ainda marcado por uma cultura que ainda carregava marcas e valores aristocráticos, de uma Viena da virada do século XIX para o XX, e dominado pelo pessimismo de uma sociedade que passou por duas Grandes Guerras, que via a propaganda socialista e a burocratização avançarem por todos os confins e poros da estrutura social.

Schumpeter não fez nenhum estudo específico sobre a formação da ciência industrial, mas é certo que ele sabia da importância dos laboratórios de P&D para o desenvolvimento de produtos e processos. Portanto, parecem enigmáticas as considerações feitas sobre o processo de produção de tecnologias, que cairiam em uma rotina de tal forma que inibiria a produção de produtos inovadores. De fato, parece razoável afirmar que ele subestimou a capacidade das grandes empresas com seus laboratórios de P&D e o poder de convencimento das estratégias de propaganda, que contam, atualmente, com o concurso da neurociência e da psicologia para ampliarem a oferta de produtos e artefatos tecnológicos.

Entretanto, a crítica da rotina parece não ser descabida quando a ‘ciência industrial’ assume cada vez mais programas de P&D que visam o retorno do investimento em um curto espaço de tempo e geram inovações incrementais. Talvez os neoschumpeterianos ainda não tenham reconhecido que a crítica que o autor faz à rotina dos centros de pesquisa das grandes corporações precisa ser atualizada, e os interstícios da ‘rotina’ de trabalho nos centros de P&D das empresas e de instituições governamentais devem ser estudados. A feroz busca por ampliação do lucro e os novos produtos financeiros podem significar uma nova configuração institucional dos agentes econômicos que limitam a liberdade e o estímulo de se produzir inovações radicais. Além disso, parece que a agenda de P&D fomentada pelos governos e agências multilaterais, como a OCDE, por exemplo, criam uma seletividade que tende a limitar a variedade de resultados inovadores ou originais, que atenderiam o progresso do conhecimento pragmático e do conhecimento fundamental. Um expressivo grupo de neoschumpeterianos conhecidos como evolucionários consideram a capacidade de auto-organização do sistema econômico (CROZZA; FRACALANZA, 2004, p. 127-155) uma concepção que, se confirmada empiricamente, não deixa motivos para se temer pelo fim das inovações radicais dentro do sistema econômico.

Em uma nota na biografia *O profeta da Inovação* (MCCRAW, 2012, p. 684) lê-se que David A. Wells, economista dos EUA, antecipou as ideias de Schumpeter sobre a destruição

criativa em seu livro *Recent Economic Change*, de 1889. Certamente a tese é plausível e por razões desconhecidas Schumpeter, que habitualmente reconhecia os trabalhos dos outros economistas, não o mencionou. No entanto, Schumpeter foi, indiscutivelmente, o principal economista a considerar a inovação dos meios de produção a principal causa do desenvolvimento do capitalismo e a analisar esse fenômeno com tanta dedicação que resultou em mais de setenta livros sobre a questão.

A densidade do seu trabalho e suas intuições abriram um campo de estudo desde as décadas do ano de 1960, que hoje são influentes na produção de políticas públicas para o desenvolvimento de P&D e inovações tecnológicas. A relevância do pensamento de Schumpeter ganhou peso na economia contemporânea para tratar do desenvolvimento das indústrias e da produção tecnológica, quando muitos de seus conceitos foram ressignificados e se tornaram a principal fonte teórica para muitos economistas. Seus pressupostos abriram novos caminhos para se compreender a importância da tecnociência e da tecnologia para o desenvolvimento das sociedades capitalistas em um mundo globalizado.

Os economistas neoschumpeterianos elaboraram a teoria do SNI que, a partir dos anos de 1980, foi adotada por agências multilaterais como a OCDE, para definir as diretrizes para o desenvolvimento econômico, cuja principal fonte para a promoção do crescimento econômico e do bem-estar social seria a capacidade de governos e empresas gerarem produtos, serviços e processos de produção inovadores. Os documentos da OCDE que incorporaram a teoria do SNI tornaram-se a principal referência para diferentes países que buscam criar um sistema e monitorar o desenvolvimento de inovações e a criação de tecnologias.

2.3 A ciência e o Sistema Nacional de Inovação

2.3.1 SNI: o modelo teórico

O SNI é, ao mesmo tempo, uma teoria e um conjunto de prescrições elaborado ao longo das décadas da segunda metade do século XX, que identifica na sinergia de diferentes instituições o ambiente oportuno para se criar bens, produtos, processos, serviços e avanços tecnológicos inovadores. Com isso, de acordo o SNI, o ambiente socioeconômico virtuoso resulta de um contexto cujo arranjo institucional estabelece interfaces entre firmas e suas

redes de cooperação e interação entre universidades e instituições de pesquisa, instituições de ensino, sistema financeiro, sistema legal, mecanismos mercantis e não mercantis de seleção, governos e mecanismos e instituições de coordenação (ALBUQUERQUE, 2004, p. 10).

Esse conceito foi desenvolvido por economistas que incorporaram, na base de seus estudos, a tese central de Schumpeter, a saber, que a inovação é o principal fenômeno responsável pela dinâmica do capitalismo. No entanto, eles passaram a incorporar na teoria outros aspectos e atributos institucionais que extrapolam a concepção de Schumpeter, que identificava no ‘empresário empreendedor’ o principal agente responsável pela inovação. Contrariando os pressupostos de seu principal inspirador, os economistas da corrente evolucionista³⁸, que adotam a perspectiva sistêmica, veem as instituições como um fenômeno que, se adequadamente coordenado, determina os rumos do desenvolvimento das economias domésticas e de toda a economia global. Assim, passou-se a considerar, na teoria da inovação econômica, o contexto institucional, que o economista austríaco não chegou a aprofundar em seus estudos. E mais do que isso, Schumpeter prognosticava que as mudanças institucionais acabariam com o ambiente inovador.

Antes e durante a maturação do SNI, a concepção hegemônica adotada por diversos governos e agências responsáveis pela elaboração de políticas de P&D era a do Sistema

³⁸ De acordo com Nelson (2005a, p. 26-27) “trata-se, acima de tudo, de uma sinalização de que tomamos emprestadas ideias básicas da biologia, exercendo assim uma opção a que os economistas têm direito perpétuo em reconhecimento ao estímulo que nosso predecessor Malthus ofereceu ao pensamento de Darwin. Já fizemos referência a outra ideia emprestada, central em nosso esquema – a ideia de uma “seleção natural” econômica. Os ambientes de mercado oferecem uma definição de sucesso para as firmas, e essa definição está muito próxima à habilidade delas de sobreviver e crescer. Padrões diferenciais de sobrevivência e crescimento numa população de firmas podem produzir mudanças nos agregados econômicos que caracterizam aquela população, ainda que as características correspondentes das firmas individuais sejam constantes. O apoio de nossa ênfase analítica nesse tipo de evolução por seleção natural constitui uma visão de “genética organizacional” – os processos pelos quais as características organizacionais, incluindo as subjacentes à habilidade de gerar produtos e auferir lucros, são transmitidos ao longo do tempo. Pensamos as organizações como sendo muito melhores nas tarefas de automanutenção em ambientes constantes do que em grandes mudanças, e bem melhores nos ambientes de mudanças em direção a “mais do mesmo” do que em qualquer outro tipo de mudança. [...] As conotações mais amplas do termo “evolucionário” incluem uma preocupação com processo de mudança de longo prazo e progressivos. As regularidades observadas na realidade presente não são interpretadas como soluções de um problema estático, mas como resultados produzidos por processos dinâmicos compreensíveis a partir de condições conhecidas e conjecturadas de forma plausível no passado – e também como características do estágio a partir do qual um futuro bastante diferente irá emergir por meio daqueles mesmos processos dinâmicos. Nesse sentido, todas as ciências naturais são atualmente evolucionárias em seus aspectos fundamentais. A ilustração mais dramática deste ponto talvez seja o Big Bang, um conceito que encara toda a realidade conhecida como consequência da contínua evolução de um grande evento anterior. Em níveis menos cósmicos, a ciência tem visto os continentes se deslocando com esporádica violência sob nossos pés, o comportamento mutável do sol como um possível fator da história humana, e o clima mundial ameaçado por importantes, e talvez irreversíveis, mudanças em consequência da industrialização. Contra esse pano de fundo intelectual, boa parte da teoria econômica contemporânea parece ligeiramente anacrônica, com seus equilíbrios harmoniosos lembrando uma época que era pelo menos mais otimista, se não verdadeiramente mais tranquila. É como se a economia nunca tivesse ultrapassado as experiências de sua infância, quando a física newtoniana era a única ciência que valia a pena imitar e a mecânica celeste o seu mais notável resultado.” Para uma compreensão dentro de uma perspectiva histórica podem ser consultados Prud’ Homme (2015, p. 81-83) e Cerqueira (2002, p.55-79).

Linear de Inovação (SLI). Esse conceito foi elaborado logo após a 2ª Guerra Mundial pelo engenheiro e político estadunidense Vannevar Bush (1890-1974), que foi o responsável pela autoria do relatório *Science, the Endless Frontier* (2014). À época, quando produziu o relatório, ele era diretor do Office of Scientific Research and Development – órgão criado durante a 2ª Guerra Mundial. O relatório, elaborado em julho de 1945, foi uma resposta à solicitação do presidente Franklin Roosevelt, sobre a função da ciência em tempo de paz.

No relatório *Science, the Endless Frontier* observa-se a importância dada às seguintes questões: a) a ciência é fundamental para assegurar o bem-estar social, promover o emprego, colheitas abundantes e saúde à população; b) o governo deve criar um órgão encarregado do fomento e da execução de uma política nacional de ciência, de maneira contínua, esse órgão deve ficar sob a coordenação de cientistas; c) estabelece a diferença entre pesquisa básica e pesquisa aplicada e, esta, para o seu desenvolvimento, depende do desenvolvimento daquela; d) a produção da ciência não pode depender exclusivamente de recursos privados; e e) a liberdade de investigação dos cientistas deve ser preservada. Nesse sentido, Bush propõe questões metodológicas e éticas para orientar a política pública científica e preservar o trabalho dos cientistas das interferências externas, bem como destaca a ciência básica como o dínamo para o desenvolvimento da ciência aplicada e, por sua vez, de novos produtos e do avanço tecnológico.

No modelo linear, a concepção de que o sistema de P&D era a única fonte de inovação tinha centralidade. Da ciência “desinteressada” poderia originar resultados tecnológicos inovadores, e o Estado deveria ser o principal financiador. O SLI orientou as políticas públicas de ciência e os mecanismos de avaliação dos resultados dos investimentos na pesquisa nos EUA e em outros países de diferentes continentes. Durante as décadas de 1950 e 1960, os países da OCDE adotaram o modelo do SLI para construir os documentos de diretrizes para as políticas públicas de ciência, utilizados para realizar as pesquisas dos investimentos e resultados obtidos com P&D. O modelo formulado por Bush foi incorporado ao do Manual Frascati, que teve a sua primeira edição em junho de 1963, quando a OCDE organizou uma reunião de especialistas em estatísticas de P&D na Villa Falconieri de Frascati, na Itália. O manual, fruto do trabalho realizado naquele local, foi a primeira versão oficial denominada como *Proposta de Práticas Exemplares para P&D e Desenvolvimento Experimental* (OCDE, 2002, p.11).

Paralelo à aplicação do modelo elaborado por Bush, foram sendo desenvolvidas outras análises que consideravam as atividades de P&D inseridas em uma rede de relações com diferentes instituições públicas e privadas. O ensino, o treinamento, a engenharia de produção,

os projetos e o controle de qualidade, os processos do fluxo do mercado e da produção que alimentavam a P&D eram atividades que integravam a produção de conhecimento inovador (FREEMAN; SOETE, 2008, p. 513). O modelo que defendia a plena liberdade e autonomia dos cientistas como condição fundamental para a prática científica passou a ser visto com reservas.

Após a Segunda Guerra, com o avanço da ‘ciência industrial’, cujos cientistas se submetiam às regras e rotinas funcionais das empresas sem prejuízo para a criatividade (SHAPIN, 2013, p. 214-235) e para os bons resultados, regular e mensurar o trabalho científico adquiria relevância, considerando-o como mais uma instância do circuito de produção. As transformações tecnocientíficas e a ampliação do mercado consumidor no final do século XX configuraram um ambiente econômico extremamente competitivo que só corroborava a concepção de que o trabalho do cientista deveria ser organizado dentro dos padrões funcionais das empresas e indústrias.

As experiências de sucesso de outros países mostravam as dificuldades de elaborar parâmetros de avaliação de investimentos e de resultados de P&D a partir do SLI. Esse modelo demonstrava limitações para mensurar o desempenho das economias dos países da OCDE. À medida que as evidências e análises empíricas da P&D no Japão, nos EUA e na Europa indicavam que a inovação resultava de diferentes influências, a metodologia de coleta de dados passou a ser revisada. O levantamento de dados era um trabalho essencial não só para avaliar qualitativa e quantitativamente os resultados, mas também para subsidiar a elaboração das diretrizes das políticas públicas científicas.

Diante de tais dificuldades, no início dos anos de 1960, a OCDE contratou o economista Chris Freeman (OCDE, 2002, p.198), que realizou um estudo sobre a metodologia das pesquisas e apresentou propostas alternativas para a coleta de dados, até então baseada no modelo SLI. A partir desse trabalho, Freeman e seus colegas, da mesma corrente de pensamento econômico, passaram a influenciar decisivamente na elaboração das pesquisas sobre investimentos em pesquisa, desenvolvimento e tecnologia, do retorno desses investimentos e nas orientações e diretrizes dos documentos da OCDE.

O primeiro impacto do trabalho de Freeman em direção a um modelo mais dinâmico ocorreu no documento *Metodologia Normalizada Proposta para Inquéritos sobre Pesquisa e Desenvolvimento Experimental* e, no ano seguinte, no Manual de Frascati (OCDE, 2002, p.197-204). Mesmo que a divisão entre ciência básica e ciência aplicada fosse mantida no Manual, uma das características do SLI, já era possível identificar que as mudanças institucionais que influenciavam no apoio à P&D eram incorporadas na metodologia e nas

justificativas para se ter um novo padrão de coleta de dados que pudesse ser usado por todos os países membros da OCDE (OCDE, 2002, p. 198-202). Desde então, produziram-se uma série de documentos conhecidos como ‘Família Frascati’³⁹, que foram sendo atualizados e, a partir dos anos de 1980, o termo ‘SNI’ passou a ser incorporado nos documentos com metodologias de apuração de dados que refletiam a perspectiva teórica dos economistas neoschumpeterianos.

Paralelo aos documentos que a OCDE produzia, a teoria do SNI ganhava mais consistência na lavra de autores como Dosi (2006) e Nelson (2005a; 2005b). Esses autores, conhecidos como economistas da corrente evolucionária, recorriam a conceitos explicativos da biologia evolutiva para tratar das ocorrências econômicas. Ideias como variações e mutações que, no interior das firmas e empresas (organismos), geram a emergência persistente de inovações em produtos, processos, formas de organização, mercados e fontes de matéria-prima são utilizadas. Para alguns desses evolucionários são as práticas de busca e interação entre vários agentes e fatores que permitem a inovação e, portanto, a mutação de firmas, de indústrias e do próprio sistema econômico como um todo. Sabe-se que Schumpeter era cauteloso e, mesmo ao lançar mão de expressões da biologia, não as assumia de maneira rigorosa.

O trabalho desses economistas tem sido importante para compreender e justificar as políticas de P&D. Toda essa cadeia de pensamento de matriz evolucionista tem sido utilizada para justificar a impossibilidade de se consumir a concepção teleológica de caráter fatalista de Schumpeter, como é o caso daquela mais conhecida, a saber, a redução progressiva de inovações, devido à rotina dos laboratórios das grandes empresas e por muitas se tornarem firmas de ‘capital aberto’, que, nesse caso, deixam de ter um proprietário, mas sim vários proprietários portadores de lotes de ações, que decidem as diretrizes e prioridades em assembleias com outros colegas acionistas e, em seguida, delegam a diretores bem remunerados a execução da estratégia aprovada.

Parte dos evolucionários estabelece paralelismo entre a teoria da biologia da auto-organização de um sistema aberto, que é capaz de atenuar os efeitos da entropia, e o sistema capitalista que é capaz de encontrar dentro do seu próprio ambiente meios para se manter dinâmico, garantido pela produção de inovações (CORAZZA; FRACALANZA, 2004, p. 127-155). As empresas estão sempre na busca de inovações radicais ou incrementais para se manterem em um ambiente hostil com uma variedade de competidores buscando o mesmo objetivo.

³⁹ Uma série de manuais metodológicos sobre o conceito de Ciência e Tecnologia, que compreende manuais sobre: a ID (*Manual de Frascati*), inovação (*Manual de Oslo*), recursos humanos (*Manual de Camberra*), balança tecnológica de pagamentos e patentes tomados como indicadores de ciência e tecnologia (OECD, 2007).

2.3.2 A Família Frascati e o SNI

As diretrizes da “Família Frascati” tornaram-se referência para países de diferentes rendas e culturas, cuja inovação tecnológica passou a ser a fonte de prosperidade social e econômica. Estados nacionais passaram a dar atenção à elaboração de políticas públicas para o fomento e a difusão de conhecimento voltado para P&D e para inovação tecnológica. Legislações são modificadas, agências públicas são instituídas e inúmeros agentes sociais são mobilizados para que a produção científica, sobretudo aquela desenvolvida na área das ciências naturais e da vida, possam gerar bem-estar, ativos que elevem a riqueza nacional e que dotam um país de vantagens econômicas. O enfrentamento da desigualdade social, a garantia da sustentabilidade socioambiental, a ampliação de postos de trabalho, o aumento da expectativa de vida, a segurança alimentar e nutricional, a oferta de produtos eletrônicos de uso pessoal e tantos outros bens, manufaturas e conhecimento, de acordo com as diretrizes de agências multilaterais como a OCDE e de países de alta renda como os EUA, só estarão assegurados se governos e agentes privados investirem na produção de conhecimento inovador e de novas tecnologias. Dentro dessa perspectiva, os documentos e a teoria do SNI ganhou prestígio e hoje são poucos os países que ignoram seus fundamentos para edificar políticas públicas de P&D e de inovação tecnológica.

Desde 1992, o número de países que realizaram pesquisas sobre inovação cresceu muito: países da UE, outros países da OCDE como Canadá, Austrália, Nova Zelândia e Japão, e um grande número de economias fora da OCDE, entre as quais vários países latino-americanos, Rússia e África do Sul (OCDE, 1997b, p. 16).

O empenho dos governos, de acordo com as orientações e princípios do SNI, deve se dirigir à coordenação dos diferentes agentes e sensibilizá-los para a construção de estratégias que complementem esforços e recursos para o desenvolvimento de inovações e tecnologias. Mesmo os países de baixa renda devem analisar suas vantagens comparativas, como, por exemplo, o mercado consumidor, e traçar o seu SNI. Dentro dessa estratégia, o conhecimento assume centralidade para o progresso econômico e para a conquista de resultados exitosos em outras esferas sociais. É importante destacar que a teoria do SNI é também um arranjo institucional que reconhece a importância do Estado como agente formulador e coordenador de políticas e, ao mesmo tempo, identifica que a economia é parte de um ambiente institucional cujo conhecimento, os recursos financeiros e tantos outros meios são indissociáveis em potencializar os mecanismos e as instituições para formar um ambiente propício ao surgimento de inovações e à ampliação dos ganhos econômicos e sociais.

Políticas de inovação desenvolveram-se como um amálgama de políticas de ciência e tecnologia. Elas tomam como um dado o fato de que o conhecimento em todas as suas formas desempenha um papel fundamental no progresso econômico e a inovação é um fenômeno complexo e sistêmico. A abordagem de sistemas para a inovação muda o foco de política em direção a uma ênfase na interação das instituições e nos processos interativos no trabalho de criação de conhecimento e em sua difusão e aplicação. O termo “sistema nacional de inovação” foi cunhado para representar esse conjunto de instituições e esses fluxos de conhecimentos. Essa perspectiva teórica influencia a escolha de questões para incluir em uma pesquisa sobre inovação, e a necessidade, por exemplo, de um tratamento extensivo das interações e fontes de conhecimento (OCDE, 1997b, p. 21)

O conhecimento gerado no laboratório de pesquisa tem importância significativa para a inovação tecnológica, no entanto, não é dada a essa etapa a mesma importância encontrada no modelo do SLI. O conhecimento inovador pode ser produzido e localizado em diferentes etapas do processo e não apenas nos centros de P&D. Há uma variedade de estudos de caso que reforçam essa ideia, que analisam as inovações que surgem durante a etapa de desenvolvimento de um produto na área de engenharia, quando se procura solucionar um determinado problema ou se deseja aperfeiçoar o funcionamento de um equipamento.

Como pode se relacionar a qualquer estágio da inovação, a pesquisa é uma atividade diferenciada internamente, potencialmente com uma grande variedade de funções. É um adjunto da inovação, não uma pré-condição dela. Muitas atividades de pesquisa podem, de fato, ser configuradas pelo processo de inovação, e muitos dos problemas a serem pesquisados derivarão de ideias inovadoras que foram geradas em outro local. Assim sendo, para a abordagem do elo da corrente, a pesquisa não pode ser vista simplesmente como o trabalho de descoberta que precede a inovação (OCDE, 1997a, p. 44).

A passagem acima coloca, de forma implícita, a distinção feita por Schumpeter entre invenção e inovação, reforçando a perspectiva de que não há vínculo linear e necessário entre as diferentes etapas dentro do sistema que visa à inovação. Não obstante, as considerações e recomendações dos manuais da ‘Família Frascati’ preservam a separação entre ciência básica e ciência aplicada.

A pesquisa básica consiste em trabalhos experimentais ou teóricos iniciados principalmente para obter novos conhecimentos sobre os fundamentos dos fenômenos e fatos observáveis, sem ter em vista qualquer aplicação ou utilização particular. A pesquisa aplicada consiste também em trabalhos originais realizados para adquirir novos conhecimentos; no entanto, está dirigida fundamentalmente para um objetivo prático específico. O desenvolvimento experimental consiste em trabalhos sistemáticos baseados nos conhecimentos existentes obtidos pela investigação e/ou pela experiência prática, e dirige-se à produção de novos materiais, produtos ou dispositivos, à instalação de novos processos, sistemas e serviços, ou à melhoria substancial dos já existentes. A P&D engloba tanto a P&D formal realizada nas unidades de P&D como a P&D informal ou ocasional realizada noutras unidades. (OCDE, 2002, p. 43).

Mais uma vez, na passagem supracitada, se reforça a importância de uma ambiência de produção de conhecimento nas firmas e empresas que almejam inovações tecnológicas dentro de uma perspectiva sistêmica. No enunciado, menciona-se P&D informal ou ocasional, que

podem ser realizadas em outros espaços. Trata-se de uma consideração que exige da organização um grau de flexibilização para a produção de um conhecimento deslocado dos espaços tradicionais. Também qualifica, de certa maneira, seguindo a tradição da sociologia da ciência de R. Merton, as diferentes práticas científicas – desinteressada e pragmática – que compõem o sistema de inovação tecnológica. Chama atenção o fato de que, explicitamente, a ciência básica tem a sua importância reduzida no processo de P&D para a inovação. Entretanto, ela não deixa de ser considerada uma das fontes de inovação de equipamentos com tecnologias de ponta, de processos e de produtos. Algo que têm servido para animar os agentes públicos e privados a investirem em áreas como a física de altas energias. É comum centros de pesquisa fundamental destacarem que muitas tecnologias aplicadas à vida resultam das investigações ‘desinteressadas’. A outra vantagem que pode decorrer da ciência básica ou fundamental é a de colaborar no aperfeiçoamento dos cientistas nos seus campos de pesquisa, que depois podem se integrar às equipes dos centros de P&D das grandes empresas. Há vários casos de cientistas que deixam institutos e universidades públicas, que desenvolvem pesquisas básicas, para se tornarem ‘cientistas industriais’.

O sistema de apoio à pesquisa básica, com exceção de descobertas revolucionárias e benefícios de longo prazo, não se percebe normalmente que a pesquisa científica básica traga muitos benefícios diretos para a inovação comercial. No entanto, seus benefícios indiretos podem ser substanciais. Com frequência, a investigação científica exige o desenvolvimento de equipamentos altamente sofisticados e ultrassensíveis. Assim, muitas áreas de pesquisa básica são campo fértil para treinamento de cientistas qualificados e de vocação tecnológica — cuja experiência frequentemente pode ser aplicada a problemas industriais (OCDE, 1997 a, p. 39).

Os manuais também manifestam a importância de se ter como meta o conhecimento que seja inovador, logo, na linguagem de Schumpeter, comercializável. Todo o arranjo institucional busca alavancar a economia, em uma combinação que aproveita a concorrência entre as empresas e a racionalidade governamental que, em tese, visa criar o bem-estar geral da sociedade. Sendo assim, as pesquisas devem se coadunar a tal propósito econômico, sempre verificando as conexões que os resultados podem ter com as políticas de patentes e de proteção intelectual para garantir vantagens competitivas.

Em um dos quadros em que são apresentados critérios de coleta de dados, que diferenciem uma P&D inovadora de outras realizações, constam perguntas como: “Quais são os objetivos do projeto?”; “Existe um elemento novo ou inovador neste projeto?”; “Existe uma probabilidade significativa de que resulte um novo (maior ou mais profundo) conhecimento de fenômenos, relações ou princípios de manipulação que possam interessar mais do que uma organização?”; “Os resultados podem ser patenteados?” (OCDE, 1997a, p. 48). Ao se considerar que o conhecimento é um bem intangível, de algum modo

potencialmente comercializável, deve-se ter atenção na apreensão do conhecimento produzido para resultar em um bem inovador. Eles devem ser preservados, pois após a inovação ser difundida não será possível deter a sua aplicação na replicação de produtos ou na aplicação em processos, em marketing ou na organização. A questão do segredo do conhecimento deve estar dentro da estratégia das empresas que, em um mundo de economia e comércio globalizado, torna a competição entre empresas mais acirrada.

Seguindo a lógica estritamente econômica, são apresentados exemplos de bens e produtos inovadores. Os autores do texto do documento da 'Família Frascati' esclarece que a lista de exemplos não é exaustiva e que se deve considerar que o que pode ser inovador para uma empresa pode não ser para outra. Mesmo que a lista construída tenha um objetivo didático, pode-se inferir quais os conteúdos inovadores que são valorizados. Todos bem adequados a sociedades de alto consumo e à sensibilidade de governos aos problemas ambientais, como produtos de uso pessoal, aparelhos eletrônicos domésticos, etc. Claro que aspectos culturais e o poder de compra precisam ser considerados, mas, grosso modo, os produtos que estimulam inovações radicais ou incrementais são os mesmos para famílias de diferentes países e continentes.

A substituição de insumos por materiais com características melhoradas (tecidos respiráveis, ligas leves, mas resistentes, plásticos não agressivos ao meio ambiente, etc.). Sistemas de posicionamento global (GPS) em equipamentos de transporte; Câmeras em telefones celulares. Sistemas de fecho em vestuário. Aparelhos domésticos que incorporam softwares que melhoram a facilidade ou a conveniência de uso, como torradeiras que desligam automaticamente quando o pão está torrado. Softwares antifraude que perfilam e rastreiam as transações financeiras individuais. Redes sem fio embutidas em laptops. Produtos alimentícios com novas características funcionais (margarinas que reduzem os níveis de colesterol no sangue, iogurtes produzidos com novos tipos de culturas, etc.). Produtos com consumo de energia significativamente reduzido (refrigeradores com o uso eficiente de energia, etc.). Mudanças significativas em produtos para atender padrões ambientais. Aquecedores programáveis e termostatos. Telefones IP (protocolo de internet). Novos medicamentos com efeitos significativamente melhorados (OCDE, 1997b, p. 170).

Alguns estudos comparativos foram produzidos para demonstrar as assimetrias entre as economias domésticas (NELSON, 2005b, p.427-468; FREEMAN; SOETE, 2008, p. 523-534). A teoria do SNI incorporou os diferentes aspectos, socioeconômico, institucional e político, que caracterizam sociedades domésticas, além de reconhecer que as grandes empresas ainda investem a maior parte dos recursos para o desenvolvimento de P&D onde estão localizadas as suas matrizes. Logo, é nos EUA, no Japão e em alguns países da Europa que ocorrem as pesquisas mais avançadas, que podem resultar inovações. Como consequência dessa estratégia corporativa, países de renda média e baixa produzem inovações incrementais e raramente inovações radicais. Acabam procurando aproveitar as vantagens comparativas,

como a de ter um grande mercado consumidor, para absorver produtos inovadores desenvolvidos nos países onde estão as sedes das empresas. Muitos países da Ásia e da América Latina se transformaram em grandes centros de montagem de produtos e de bens tecnologicamente sofisticados, com limitada capacidade de criar produtos inovadores.

Considerando esse contexto, no Manual de Oslo (1997 b), em sua última atualização, aparece a expressão ‘Sistemas Regionais de Inovação Local’ e há ‘Pesquisas sobre inovação em países em desenvolvimento’ (OCDE, p.153). Isso significa que a OCDE passou a incorporar as análises dos economistas que levam em conta as especificidades institucionais e econômicas próprias de cada país como fatores relevantes para se pensar na construção de um SNI.

2.3.3 O SNI e a ciência

As políticas científicas, não importa o poder econômico do país, têm se comprometido com as diretrizes do SNI. Estratégias para se criar condições institucionais para que ocorram inovações radicais ou incrementais de produtos têm sido priorizadas. Os governos adotam medidas e legislações que estimulam a associação de institutos de pesquisas e universidades com empresas e firmas para desenvolver produtos. O poder das universidades patentear suas descobertas inovadoras e licenciá-las para que empresas comercializem tem se tornado usual, não só em países desenvolvidos cientificamente. A ‘ciência acadêmica’ tem se confundido com os interesses da ‘ciência industrial’. O conhecimento utilitário tem sido valorizado como fonte de promoção de empregos e de riqueza. Parte dos recursos financeiros públicos se volta para pesquisa básica orientada, enquanto que as empresas, mesmo as sediadas em países de alta renda, priorizam gastar em pesquisas aplicadas e no desenvolvimento de produtos e tecnologias.

Ao analisar dois documentos sobre P&D nos EUA e na UE é possível reconhecer o peso do SNI na orientação política. – Um desses documentos foi publicado pelo National Science Board (NSB, 2012), agência responsável pelo desenvolvimento da ciência nos EUA, e o outro, trata-se de um comunicado publicado pelo Comissão do Parlamento da União Europeia no ano de 2013, sobre o plano de parceria pública e privada visando o crescimento econômico com investimentos em P&D. Logo no primeiro parágrafo do documento NSB afirma-se categoricamente que

o crescimento econômico da nossa nação depende de nossa capacidade de educar, inovar e construir. Investimentos nacionais de longo prazo em pesquisa básica e aplicada e em seu desenvolvimento (P&D) desempenham um papel importante no fluxo de inovações no mercado através de um complexo sistema que aproveita os talentos combinados de cientistas e engenheiros, empresários, gerentes de negócios e industriais. Estes investimentos têm conduzido pequenas iniciativas empresariais para o crescimento nas indústrias de alta tecnologia com o emprego concomitante de milhões de trabalhadores (NATIONAL SCIENCE BOARD, 2012, p. 1, tradução nossa)⁴⁰.

No comunicado da UE, dirigido à Comissão do Parlamento da União Europeia e as suas demais instâncias, consultiva e deliberativa, chama atenção a importância dada à parceria entre as agências públicas ligadas à UE e o setor econômico privado dentro de um plano estratégico até o ano de 2020, e a precisão ao nomear as áreas de pesquisas prioritárias. No comunicado, estimam-se investimentos na ordem de 17 bilhões de euros que devem, até o final da próxima década, servir para o desenvolvimento de pesquisas inovadoras, que combinem ciência básica e aplicada para gerar tecnologias na medicina, produzir energia limpa (uso do hidrogênio), criar meios que reduzam o impacto ambiental provocado pelas aeronaves, desenvolvimentos industriais baseados no uso biológico que dispensem o uso de combustíveis fósseis e ampliar a pesquisa de componentes e sistemas eletrônicos.

Os dois documentos, mesmo que sejam exemplos simplórios, indicam que o ambiente cultural inovacionista tende a limitar o espaço para a produção da ciência que tenha como principal finalidade a ampliação do conhecimento sem que os objetivos prioritários sejam impulsionados pela motivação de alcançar conhecimento que possa ser monetizável. Áreas como a das ciências médicas, a biotecnologia, neurociência, ciência da computação, nanotecnologia, entre outras que se acomodam dentro da agenda estratégica que busca alcançar a quarta revolução industrial, como é anunciado no documento da UE (2013), deixam pouco espaço para áreas científicas que não apresentam perspectiva de se enquadrar no circuito da inovação. Tem sido comum que programas de pesquisa fundamental tenham os recursos reduzidos ou a pesquisa interrompida sem a perspectiva de ser retomada.

Mesmo ainda não tendo condições de aprofundar outras dimensões do contexto, pode-se avaliar que o ambiente do SNI é marcado por instabilidade. Os economistas evolucionários, gestores públicos e alguns dirigentes das grandes corporações sabem da importância de se preservar um espaço de liberdade para investigações científicas ‘desinteressadas’. A história

⁴⁰ O texto em língua estrangeira é: “Our Nation’s economic growth depends on our capacity to educate, innovate, and build. Long-term national investments in basic and applied research and development (R&D) play an important role in the flow of market-based innovations through a complex system that leverages the combined talents of scientists and engineers, entrepreneurs, business managers and industrialists. These funds have led to everything from small entrepreneurial initiatives to growth in high technology industries with the concomitant employment of millions of works (NSB, 2012, p.1.)”.

do desenvolvimento da tecnologia evidencia que muitas inovações radicais resultam do desenvolvimento da ciência fundamental. As críticas ao SLI acabaram sendo úteis para justificar a pouca importância dada à ciência fundamental como fonte de inovações radicais.

Os dados objetivos coletados referentes ao aporte de investimentos à “ciência acadêmica” e à “ciência industrial” indicam que cada vez mais a ciência fundamental recebe menos investimentos. O último levantamento dos dados nos EUA (NSB, 2014), indica que as corporações têm reduzido substancialmente os investimentos em ciência básica e colocada quase que a totalidade dos recursos financeiros em pesquisa aplicada ligada ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras ou em bens que se enquadram nas inovações incrementais.

Por outro lado, o governo dos EUA, que têm sido o principal agente responsável pelo investimento em ciência fundamental ao destinar recursos financeiros para institutos de pesquisa e universidades, quando se avaliam valores dentro da série histórica, verifica-se que, em 2012 teve seu percentual de investimentos reduzido. O mais preocupante é que pesquisadores que tratam de analisar quantitativa e qualitativamente os investimentos em políticas de P&D diagnosticam que a redução também ocorre nos países da Europa.

A pressão de acionistas de empresas e firmas de capital aberto, que desejam lucratividade rápida e alta, geram desequilíbrios no SNI, na ‘ciência industrial’ e na “ciência acadêmica”. A prioridade dos acionistas que aprovam ou desaprovam as estratégias concorrenciais incide nos programas dos centros de P&D das corporações, das quais são proprietários. A prioridade passa a ser o desenvolvimento de inovações incrementais de bens e produtos, que preservem com segurança a posição de liderança em determinado nicho do mercado. O investimento dessas corporações em pesquisa fundamental, mesmo a fundamental orientada, tem sido regressivo, pois esse tipo de pesquisa contraria aos princípios que devem orientar quem pretende conquistar resultados positivos em curto prazo. A pesquisa fundamental normalmente tem custo alto e retorno incerto, além do fato de que o tempo necessário para obter resultados que possam servir para o desenvolvimento de bens e produtos é, muitas vezes, longo.

Diante dessa situação, as corporações têm se eximido do compromisso de investirem em ciência fundamental e passam a esperar que os governos realizem os investimentos necessários para a pesquisa fundamental avançar. No entanto, os governos também têm reduzido os investimentos nessa área. Com a receita fiscal cada vez mais reduzida devido à onda de redução da carga tributária, a desregulação do mercado financeiro, p. ex., e as intermináveis crises econômicas oriundas de diferentes razões – bolha especulativa

imobiliária, crise da dívida soberana, queda da demanda de consumo, etc -, os governos passam a investir menos em ciência fundamental e optam por investir em ciência fundamental orientada ou aplicada em centros de pesquisas governamentais e universidades. Além disso, esse fluxo de recursos dentro do SNI acaba gerando um desequilíbrio entre a quantidade de recursos destinados à ciência fundamental e à ciência aplicada. Por sua vez, a ciência acadêmica passa a se orientar por finalidades que originariamente eram da ‘ciência industrial’.

Talvez a teoria do SNI precise ser analisada minuciosamente dentro de um quadro de radicais transformações socioeconômicas e culturais, cujo sistema passa a sofrer desajustes provocados pelas inovações do sistema financeiro, com seus diferentes produtos e mecanismos para garantir lucratividade elevada e célere. Certamente, em um ambiente de muita concorrência comercial globalizada, com a possibilidade de utilizar uma variedade de meios do mercado financeiro para garantir a rentabilidade, muitas corporações tendem a adotar uma estratégia defensiva e a esperar que os governos façam os investimentos nas pesquisas fundamentais, para que o ‘conhecimento público’ possa ser apropriado para seus interesses comerciais.

A questão que deve ser considerada é a de que, no atual estágio do capitalismo globalizado e altamente competitivo, com um elevado processo de financeirização da economia, não se encontram condições favoráveis para garantir um tipo de política de P&D que não seja defensiva ou preservacionista, fato que resulta em muitas inovações incrementais e pouquíssimas inovações radicais. Por outro lado, é recomendável debater o futuro da ciência fundamental, que tem como objetivo principal ampliar o conhecimento da humanidade sem a preocupação com resultados ou ganhos econômicos. Isso porque o SNI cumpre a função ambivalente de ser teoria e orientação para formulação de políticas que criam limites claros para quais programas de pesquisa devem ser priorizados. Mantendo-se essa marcha, a tendência é de se ter um ambiente institucional que impossibilite a realização daquelas pesquisas que não estejam no espectro de prioridade de governos e empresas. Isso pode significar, em um tempo histórico longo, o fim do pluralismo científico e do pluralismo cultural, na medida em que a ciência é parte constitutiva da cultura.

Por mais que se detecte o interesse dos economistas evolucionários em valorizar o ambiente socioeconômico de maneira sistêmica, inclusive considerando a diversidade cognitiva do ambiente, acaba-se mesmo é se construindo um sistema em que, recorrendo a conceitos da biologia evolucionista, a seletividade tende a restringir a diversidade. Ainda que os mais otimistas, recorrendo também à biologia, destaquem a capacidade do sistema econômico se auto-organizar. Quanto à ciência ‘desinteressada’, ao acaso e à serendipidade,

ainda é possível ver, nos documentos e em indicadores, um certo esforço para garantir um ambiente institucional onde esses fenômenos possam ocorrer. Mas a realidade não tem acompanhado as orientações dos documentos das agências.

Por fim, poder-se-ia avaliar que o programa baconiano se efetiva desequilibradamente, de modo em que a capacidade da ciência desenvolver o ideal de uma prática ‘desinteressada’ perde vitalidade e importância, enquanto que o ideal pragmático denuncia o seu gigantismo. Em outros termos, a ‘ciência acadêmica’ parece subsumir aos ditames da ‘ciência industrial’.

2.4 Ciência e desenvolvimento

Neste capítulo destacou-se que, na sociedade contemporânea, a ciência e a técnica tornaram-se importantes componentes para o desenvolvimento econômico e social. Governos e empresas passaram a dar mais espaço em suas estratégias corporativas ou nas políticas públicas para mecanismos financeiros e institucionais que fortaleçam a tecnociência. Esta passou a ser uma das principais fontes de poder e riqueza. Mesmo com o decréscimo que vem ocorrendo dos investimentos em P&D, as principais economias do mundo não abrem mão dos estudos científicos para avançar na criação ou no aperfeiçoamento de novas tecnologias. China e EUA são os principais exemplos de países que fortalecem suas posições geopolíticas entremeadas por acordos diplomáticos, transações comerciais, mas também com avanços tecnocientíficos. Na outra ponta, as empresas aproveitam de todas as descobertas científicas, como as do campo da neurociência, da ciência da computação, etc, para maximizar a comercialização de seus produtos.

Nenhuma grande corporação que busca manter ou ampliar a sua posição no mercado de consumo de massas globalizado, pode, atualmente, prescindir de centros de P&D, mesmo que seja para a produção de inovações incrementais. Arranjos institucionais são feitos, como a parceria entre universidades e empresas, para garantir o desenvolvimento de produtos inovadores. Os governos alteram suas legislações para se adequar ao tempo em que o conhecimento científico assume papel decisivo para a economia. Acordos multilaterais entre países e agências são estabelecidos para garantir patentes, segredo intelectual e licenciamento para que as empresas usufruam das descobertas ocorridas nas universidades.

No meio dessas mudanças, que têm se acelerado progressivamente desde o final do século XIX, quando foi se forjando a ciência industrial e a profissionalização dos cientistas

em escolas e institutos técnicos e em universidades, o conceito inovação, desenvolvido por Schumpeter, passou a ser incorporado e ressignificado dentro das estruturas socioeconômicas na segunda metade do século passado. Os economistas evolucionários conseguiram ocupar espaço e influenciar as agências multilaterais como a OCDE, na elaboração de diretrizes das políticas públicas de P&D dos governos. A teoria do SNI, para agências e governos, passou a ser mais adequada à realidade do que o modelo do SLI. A partir dessas mudanças teóricas, com novos parâmetros para interpretar as relações institucionais e construir políticas cujo desenvolvimento econômico assumia absoluta proeminência, a ciência, então, passou a sofrer impacto direto disso.

A crescente importância dada à inovação de produtos, bens e processos tem alterado diretamente a produção científica, tanto externa quanto internamente. Externamente, pode-se avaliar o desequilíbrio dos investimentos nas pesquisas. Muitos governos têm priorizado investir em ciência básica orientada, as universidades tendem cada vez mais associar seus programas de pesquisa à lógica da ‘ciência industrial’. Internamente, devido à “cultura inovacionista”, a ciência passa a seguir as determinações ou a agenda dos SNI que busca exclusivamente o desenvolvimento socioeconômico com a geração de bens tecnologicamente inovadores. Esse contexto cria o risco de a ciência deixar de cumprir um dos seus ideais, a saber, enriquecer o conhecimento humano a respeito do universo, pois a ousadia dos cientistas em buscar teorias e descobertas originais, passa a dar lugar para a busca de teorias e hipóteses que resultem em inovação no sentido estritamente socioeconômico, conforme é expressado no SNI.

Vale destacar que, nos documentos e pronunciamentos de especialistas em políticas científicas, e entre os próprios cientistas, mesmo com o descrédito do SLI como modelo explicativo da prática inovadora, a distinção entre ciência básica e/ou fundamental e ciência aplicada ainda ocorre. Entretanto, deve-se destacar que, dentro desse ambiente global, a ciência fundamental, na maioria das vezes, passa a ser orientada para obter resultados inovadores e tornam-se raro os casos de práticas científicas ‘desinteressadas’. Essas, quando ocorrem, obrigam a comunidade científica que desenvolve aquele tipo de ciência a justificar o modo como o trabalho tem alguma interface com a “cultura inovacionista”.

Desse modo, a tendência é de que fique cada vez mais rara a descoberta ou a construção de alegações científicas originais, que não precisam necessariamente estabelecer vínculos *a priori* com a inovação tecnológica, em seu sentido econômico. Em outros termos, até quando será possível manter pesquisas como aquelas, por exemplo, que procuram compreender por que a massa total de prótons de um átomo não corresponde à soma das

massas dos quarks e glúons que os compõem; ou outros programas da biologia evolutiva que tem como meta entender a origem da vida e ficam distantes das pesquisas da biologia molecular? Estas têm contribuído significativamente para os avanços socioeconômicos, como a ampliação da produção de alimentos e nas descobertas que auxiliam o avanço das ciências médicas, para dar somente dois exemplos. Tudo isso não deixa de ser uma preocupação para os próprios elaboradores da teoria do SNI.

3 ORIGINALIDADE E INOVAÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar o quanto a “cultura inovacionista” provoca impactos tanto na imagem geral da ciência, quanto em seus valores epistêmicos, especialmente no valor originalidade. Desenvolver concepções críticas que corroboram com o diagnóstico de que a ciência não instrumental está aceleradamente perdendo espaço para a ciência instrumental vinculada à produção de produtos e artefatos de tecnologia inovadoras como a principal fonte de afluência econômica no mundo.

Na seção 3.1 e nas subseções 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3 se destaca a importância dos critérios de escolhas de alegações concorrentes – os valores epistêmicos – a partir das considerações realizadas por Kuhn (2011b). Nesta se enfatiza os valores originalidade e fecundidade, como critério de escolha para teorias e hipóteses que contribuem para o desenvolvimento da ciência; o quanto a ciência, segundo determinados filósofos – Popper e Kuhn, neste capítulo – e cientistas filósofos – Ziman e Bohm, também neste capítulo – pode contribuir para ampliar o conhecimento humano sobre a natureza e, conseqüentemente, ajudar nas respostas a questões existências fundamentais e influenciar no comportamento ético.

Na seção 3.2 e em suas respectivas subseções se aborda a importância do tempo para a produção de conhecimento. Discute-se o quanto a “cultura inovacionista” pressiona instituições e pesquisadores para que os resultados positivos, viáveis para a aplicação ou ao desenvolvimento de bens, sejam alcançados dentro de um espaço de tempo mais curto possível. Essa pressão acaba limitando as condições para a serendipidade, para a incerteza e muitos daqueles fatores que não se enquadram facilmente dentro da lógica de mensuração do *ethos* gerencial da ciência coletivizada. Com isso, a racionalidade científica fica ameaçada, resultando em ocorrências de má ciência que, quando chegam ao conhecimento público, atacam a credibilidade que a ciência adquiriu junto à sociedade.

Na última seção, a 3.3 e nas respectivas subseções, o objetivo é desenvolver a concepção, perseguida ao longo desta pesquisa, de que originalidade é um valor epistêmico que passou a ter equivalência operacional e axiológica ao conceito inovação no sentido atribuído pela teoria do SNI; argumentar quanto à importância de analisar a economia da ciência, especialmente os economistas que influenciam os *policy makers*; salientar algumas implicações das políticas científicas em determinadas dimensões da prática científica – a relação entre ciência instrumental e não instrumental e a ciência e a natureza, por exemplo; problematizar que a imagem da ciência apresentada por uma parte da filosofia está defasada,

pois o ambiente contemporâneo subordina a ciência aos interesses da técnica e da tecnologia. Esses são domínios que visam prioritariamente resultados que ampliem as vantagens socioeconômicas de firmas e países.

3.1 **As implicações epistêmicas da relação entre originalidade e inovação**

3.1.1 Originalidade e a prática científica

A ciência moderna, ao longo do seu desenvolvimento, conformou padrões metodológicos e de costumes que são partilhados pelos cientistas. Eles podem ser codificados em manuais, nos relatórios, nos textos publicados em periódicos científicos, em registros protocolares, ou serem manifestados nos costumes, não codificados, na forma de prescrições, proscições preferências e permissões (MERTON, 2013, p.183). São normas, valores e virtudes epistêmicas que funcionam dentro de um sistema de pressuposições tácitas assumidas por cientistas diariamente em suas bancadas e mesas de trabalho, que não são identificados nos textos com os resultados das investigações, pouco menos nas notações matemáticas ou químicas de teorias e leis.

A identificação desses costumes da cultura científica só é possível através das pesquisas metateóricas de sociólogos, historiadores das ideias, antropólogos, psicólogos, filósofos e outros estudiosos. Esses pesquisadores ocupam o seu tempo com o propósito de compreender o funcionamento da ciência e, muitos deles, descrevem esses padrões comportamentais internalizados na estrutura cognitiva de cada cientista. São condutas que também colaboram para a ciência possuir uma identidade inconfundível, independente de ser formada por pessoas que assumem em seu cotidiano crenças diferentes e até mesmo teorias e metodologias de investigação que se mostram disformes.

As normas, valores e virtudes não codificadas contribuem para que a coesão da comunidade de cientistas seja preservada independente do comprometimento ético e moral, dos preconceitos, da crença religiosa, da preferência política, da nacionalidade ou etnia, da classe social, do sexo e do gênero assumido por cada um dos seus integrantes. Esse acervo de costumes tem tanto vigor que ele passa a impressão de que o trabalho dos cientistas não sofre nenhuma influência das suas crenças particulares e daquelas que são geradas e circulam fora

da ciência. Já se sabe, principalmente graças ao racionalismo crítico, à nova filosofia da ciência e determinada tradição da história da ciência, que a prática científica nunca esteve imune às influências externas e a aspectos subjetivos que fazem parte do caráter da personalidade do cientista. No entanto, as normas, virtudes e valores epistêmicos asseguram que os seus praticantes persigam a ‘verdade’ sobre o estribo da ‘objetividade’ científica. Quando eles são violados, a credibilidade da ciência é abalada e o cientista ou a sua instituição sofrem sanções.

Sem esse conjunto de imperativos psicológicos que atravessam gerações, que na psicanálise, por exemplo, nomina-se como superego (MERTON, 2013, p. 183), a ciência ruiria. Atributos como integridade, honestidade, objetividade, razoabilidade, submissão à evidência estão entre as virtudes epistêmicas (LACEY, 2008, p. 86), que podem ser transmitidos pela educação e treinamento de futuros cientistas (VIDEIRA, 2013, p. 192), enquanto valores epistêmicos, que doravante será destacado nesta seção, são predicados específicos para as alegações científicas e utilizados como critérios de escolha entre alegações concorrentes.

O acervo de valores epistêmicos é grande e o seu uso pode variar de acordo com a comunidade científica ou a área de pesquisa, inclusive está sempre exposto às determinações históricas (KUHN, 2011b, p. 354-355). Isso não significa que eles sejam aplicados por simples motivações subjetivas, de acordo com o estado psicológico do autor da hipótese ou da teoria em questão. Mesmo que determinado valor seja um critério apropriado para determinada área e não para outra, que a definição de qual valor servirá como critério de escolha seja feita por um solitário cientista ou por um pequeno grupo, é sempre um conjunto de valores que são partilhados por diferentes áreas e cientistas. Mesmo que a motivação da escolha do critério seja determinada pela disposição psíquica momentânea ou pelas características mais enraizadas na personalidade, o critério escolhido, junto com outros, poderá ser testado e aplicado por toda a comunidade científica que avaliará se aquela hipótese ou teoria é fiável. Thomas Kuhn que, equivocadamente, foi acusado de relativista esclarece a importância dos valores, o quanto são fundamentais para o progresso da ciência e estão longe de afetar a sua racionalidade.

Os pontos aos quais os valores devem ser aplicados são também invariavelmente aqueles nos quais um risco deve ser enfrentado. A maior parte das anomalias é solucionada por meios normais; grande parte das novas teorias propostas demonstram efetivamente ser falsas. Se todos os membros de uma comunidade respondessem a cada anomalia como se essa fosse uma fonte de crise ou abraçassem cada nova teoria apresentada por um colega, a ciência deixaria de existir. Se, por outro lado, ninguém reagisse às anomalias ou teorias novas, aceitando riscos elevados, haveria poucas ou nenhuma revolução. Em assuntos dessa natureza, o

controle da escolha individual pode ser feito antes pelos valores partilhados do que pelas regras partilhadas. Esta é talvez a maneira que a comunidade encontra para distribuir os riscos e assegurar ao sucesso do seu empreendimento a longo prazo (a KUHN, 2011a, p. 233).

Kuhn, antes de entrar nos meandros e sutilezas da aplicação dos valores epistêmicos (KUHN, 2011b, p. 340-341), apresenta as características de cinco teorias científicas que considera bastante comuns e que são individualmente importantes, mas reconhece que não são abrangentes e que existem teorias com características diferentes.

Primeiro, uma teoria deve se conformar com precisão à experiência: em seu domínio, as consequências dedutíveis da teoria devem estar em clara concordância com os resultados da experiência e da observação existentes. Segundo, uma teoria deve ser consistente, não apenas internamente ou autoconsistente, mas também com outras teorias concorrentes aplicáveis a aspectos da natureza que lhe são afins. Terceiro, ela deve ter uma extensa abrangência; em particular, as consequências da teoria devem ir muito além das observações, leis ou subteorias particulares cuja explicação motivou sua formulação. Quarto, e fortemente relacionado, ela deve ser simples, levando ordem a fenômenos que, em sua ausência, permanecem individualmente isolados e coletivamente confusos. Quinto – um item um pouco incomum, mas de importância crucial para as decisões científicas efetivas-, uma teoria deve ser fértil em novos achados de pesquisa, deve abrir portas para novos fenômenos ou relações antes ignoradas entre fenômenos já conhecidos (KUHN, 2011b, P. 341).

Com isso, precisão, consistência, abrangência, simplicidade e fecundidade estão entre os valores epistêmicos utilizados como critério de escolha de uma teoria (KUHN, 2011b, p. 341). Reconhece que, da mesma maneira que há teorias com outras características, também existem outros valores que foram omitidos por ele deliberadamente. Entre os valores apresentados, chama atenção o procedimento de Kuhn ao destacar o valor fecundidade.

O último critério, a fecundidade, merece mais atenção do que tem recebido. Em geral, diante da escolha entre duas teorias, o cientista sabe que sua decisão terá impacto sobre sua carreira como pesquisador. É claro que ele é particularmente atraído pela teoria que promete os êxitos concretos que em geral dão reconhecimento aos cientistas (KUHN, 2011b, p. 241, nota 7).

A passagem supracitada, mesmo que não tenha sido motivada por questões e especulações a respeito das implicações do SNI sobre valores epistêmicos como originalidade, é bastante significativa para os propósitos desta pesquisa cujo objetivo é analisar as implicações sobre o valor epistêmico originalidade causadas por um ambiente ideológico que tem apreciado hiperbolicamente a ciência como uma das principais fontes de inovações tecnológicas. Considerando sobretudo que fecundidade e originalidade são substantivos com significados que se interseccionam e que são utilizados como critérios de escolhas para alegações concorrentes, quando aplicados, também são capazes de produzir significativas consequências positivas ou negativas para a carreira do cientista ou da sua equipe. Mas antes de seguir com a importância do critério originalidade dar-se-ão exemplos

da aplicação dos valores epistêmicos, com os conceitos de Kuhn, a partir dos critérios que ele expôs e salientou sobre o critério fecundidade.

Mesmo levando em conta a observação de Kuhn quanto ao fato de que teorias revolucionárias ou extraordinárias ocorrem de tempos em tempos (KUHN, 2011 b, p. 289), em uma situação hipotética determinada equipe de pesquisadores está próxima de encontrar uma teoria alternativa à teoria estabelecida. O grupo precisa escolher se prossegue com a teoria alternativa e ignora a estabelecida para prosseguir com a investigação. O critério da fecundidade pode ser aplicado à teoria alternativa, no entanto, ela, se escolhida, não atende ao critério, ao menos por ora, de precisão – não há como realizar a sua adequação empírica, pois ainda não existem instrumentos e outros meios que viabilizem a confirmação empírica satisfatoriamente. A teoria vigente, estabelecida há duas décadas, atende ao critério de precisão, mas, por outro lado, não é fecunda como a alternativa. Depois de discussões minuciosas, a equipe optou pela teoria estabelecida e seguiu com a investigação, da maneira que Kuhn qualifica como uma “ciência convergente” ou “ciência normal”. Desse exemplo pode-se inferir, entre várias interpretações, ao menos duas: de que a equipe fez a opção pelo critério de manter a pesquisa com base na teoria estabelecida a partir de considerações objetivas – internas à racionalidade científica – e, devido a considerações determinadas por fatores “externos à ciência”, como p. ex., a falta de acesso a equipamentos ou de recursos financeiros para seguir com a investigação da teoria alternativa. A segunda inferência possível é a de que as pessoas que compõem a equipe têm características de personalidade parecidas e procuram evitar a tomada de decisões radicais, para, caso a escolha malogre, serem poupadas de enfrentar as consequências negativas da decisão.

Seguindo com mais exemplos, existem situações em que um determinado critério pode ser aplicado em uma área da ciência ou a um caso específico, mas não serve para qualquer outra área ou contexto. Pode-se considerar, para essa situação, o critério de simplicidade. Este pode ser utilizado como critério de escolha de determinada teoria física, mas, dependendo da alegação, pode não servir como critério para determinada área da biologia. Na cosmologia teórica, para muitas alegações, o critério de adequação empírica é *nonsense*. Em outros casos, o critério de beleza para a escolha de uma alegação no campo da física de altas energias pode ser adequado (WEINBERG, 1996, p.108-132), mas não para outros campos.

Para os propósitos desta seção, os exemplos dados sobre a aplicação de critérios ou valores epistêmicos são suficientes para destacar que eles compõem o conjunto de predicados valorados para escolher teorias que são partilhados por todos os cientistas, mas aplicados concretamente de forma heterogênea, sem que isso elimine ou signifique alguma ameaça à

racionalidade da ciência. Os critérios são partes dos procedimentos essenciais que contribuem para o avanço da ciência e para a fundação de novos paradigmas científicos, no sentido que Kuhn (2011b, p. 221) dá a esse conceito.

Muitos filósofos e cientistas-filósofos, iguais a Kuhn, dão atenção especial para a relevância de se ter teorias ou leis originais e fecundas para o progresso da ciência. Karl Popper é um desses filósofos que, mesmo tendo diferenças de concepções profundas com Kuhn (2011b, p. 283-310) e outros cientistas-filósofos a respeito do progresso da ciência, dá importância a hipóteses, teorias e leis fecundas. Essas, para Popper, são aquelas alegações extraordinárias responsáveis pelo avanço da ciência em direção à “verdade”, solucionando problemas e apresentando novos problemas.

É lícito dizer que a contribuição mais duradoura de uma teoria para o incremento do conhecimento científico são os novos problemas que levanta, o que nos leva de volta à visão da ciência e da ampliação do conhecimento como algo que sempre parte de problemas e sempre termina em problemas – problemas de profundidade cada vez maior e com uma fertilidade crescente na sugestão de novos problemas (POPPER, 2013, p. 177).

Para ele era preferível teorias que contêm maior quantidade de informações empíricas, que são logicamente sólidas e de maior poder explicativo e preditivo. Essas são consideradas interessantes, ousadas e altamente informativas.

Kuhn, mesmo ao ter uma posição diferente da de Popper sobre o desenvolvimento da ciência, não ignora o papel da ruptura com determinada tradição científica e o estabelecimento de um novo paradigma (KUHN, 2011b, p. 283-310). Mesmo expondo a importância da ciência convergente, como o ambiente para mudanças incrementais durante a tentativa de se ajustar teorias a observações, ou o inverso, é durante esse trabalho que as crises emergem com uma “ciência divergente” que alimenta a formação de um novo “paradigma”. A “ciência normal” funciona, nas palavras de Kuhn, como “preâmbulo” necessário para a produção de novos paradigmas ou para emergir uma “ciência revolucionária”.

Em condições normais, o cientista pesquisador não é um inovador, mas um “resolvedor” de enigmas, e os enigmas em que se concentra são apenas aqueles que ele acha que pode enunciar e solucionar no âmbito da tradição científica existente. (...) o efeito final desse trabalho circunscrito à tradição tem sido inevitavelmente mudar a tradição. Muitas e muitas vezes, a tentativa continuada de elucidar a tradição herdada produziu ao menos uma dessas alterações na teoria fundamental, no campo dos problemas e nos padrões científicos, o que chamei anteriormente de revoluções científicas (KUHN, 2011b, p. 250).

Portanto, é imprescindível para a transformação da ciência, haver teorias originais e fecundas. Essas características passam, por isso, a ter um valor especial como critério de escolha entre teorias concorrentes. Evidente que esse critério não é determinante para o funcionamento da ciência, como o próprio Kuhn ajuda a elucidar ao descrever a tensão

essencial entre a ciência normal ou ciência convergente e a ciência revolucionária (KUHN, 2011b, p.241-255). Além disso, não é difícil reconhecer na história da ciência moderna que teorias e leis originais e fecundas capazes de alterar “paradigmas” científicos são episódios que não ocorrem com frequência. Os intervalos entre momentos revolucionários são grandes e, na maioria dos casos, para uma nova teoria ou lei se estabelecer ela passa por testes e pela inquirição de outros cientistas por um tempo considerável. Isso vale para as diferentes áreas das ciências da vida e da natureza. Esse fator relativo ao tempo, junto com outras motivações que o acompanha, muitas vezes, desencoraja o cientista ou o inibe a optar por investigações com potencial de ser mais fecundas ou originais.

Evidente que, concordando com o postulado do Kuhn, o surgimento ou a escolha por uma alegação original resulta de um processo bem complexo, no qual a “ciência normal”, quando o cientista tenta “resolver enigmas”, por exemplo, ajustar a teoria à observação, alcança um momento de crise. Portanto, daí a importância daquilo que Kuhn denomina como “tensão essencial”, em que combina condições no interior do ambiente científico e as virtudes ou atributos de cada cientista. Em outros termos, na maioria dos casos, alegações originais resultam de um longo trabalho e nem sempre irrompem dramaticamente. Em outra passagem, Rossi (2010), se apoiando nas ideias de Kuhn e Michael Polanyi (1891-1976), destaca essa tensão presente no interior da ciência, cuja originalidade faz parte e cumpre uma função complementar que contribui para a dissensão e para o avanço.

Na ciência (se quisermos continuar usando a terminologia de Kuhn) está presente uma “tensão essencial” entre o pensamento convergente, que dá lugar ao consenso na avaliação de problemas, métodos, resultados, e o pensamento divergente, que tende a pôr tudo em discussão e que está na raiz dos episódios rumorosos, comumente denominados “revoluções científicas”. Michael Polanyi sublinhava com força esse mesmo tema quando escrevia (em 1962) que os critérios da “plausibilidade” e do “valor científico” tendem a reforçar o conformismo, enquanto o critério – igualmente forte – da “originalidade”, ao contrário, tende a encorajar a dissensão. Os padrões profissionais – concluía- “impõem um contexto de disciplina e, ao mesmo tempo, encorajam a rebelião rumo a ele” (ROSSI, 2010, p. 196).

Alguns momentos da história da ciência que evidenciam a importância das alterações entre cientistas e diferentes programas de pesquisa e da originalidade foram apresentados no primeiro capítulo. As tensões provocadas por teorias originais foram essenciais para o amadurecimento de vários campos científicos. Nesse sentido, pode-se considerar que alegações originais não são suficientes para o avanço da ciência, mas, dentro de uma perspectiva histórica em um ciclo longo, ela se mostra como um fenômeno necessário. Sendo assim, originalidade é um valor epistêmico que atravessa toda a ciência moderna, aplicado por diferentes cientistas, com diferentes personalidades e de diferentes campos científicos.

3.1.2 A originalidade e o conhecimento da natureza

Alegações originais são caracterizadas comumente pela sua capacidade de (1) explicar a cadeia causal de fenômenos que ainda não foram compreendidos ou de ser capaz de elucidar as interações ou desenvolvimento de determinadas entidades orgânicas ou inorgânicas, que ainda não foram elucidadas (p. ex., o fenômeno do eletromagnetismo, as leis da termodinâmica; e na biologia, o funcionamento e a estrutura do ácido desoxirribonucleico, o funcionamento da estrutura do grafeno); (2) de poder ampliar o conhecimento de determinado fenômeno – significa que uma teoria ou lei ao ser ajustada a determinado fenômeno ou entidade possibilita uma compreensão mais abrangente (p. ex., a teoria da relatividade, a mecânica quântica e a gravitação teleparalela); (3) de ser capaz de alterar a percepção humana relativa à natureza (p. ex., o heliocentrismo de Copérnico, a lei da gravitação universal de Newton e a teoria da evolução das espécies de Charles Darwin); e (4) da capacidade de alterar padrões metodológicos para investigar determinados fenômenos ou entidades (p. ex., rearranjo controlado do DNA, desdobramento de proteínas celulares, a interferência direta nos átomos por meio do telescópio de corrente de tunelamento, o uso da espectroscopia para analisar a composição química de um objeto luminoso astronômico).

Certamente essa relação de exemplos de teorias originais poderia ser ampliada com tantas outras características, mas o principal objetivo é ressaltar aqueles efeitos que fazem uma alegação das ciências da vida e da natureza ser enquadrada como original. Lembrando que, concordando com Kuhn, as alegações originais quase nunca emergem dramaticamente e, portanto, muito desses exemplos de ciência original foram se estabelecendo de maneira discreta, aparentemente imperceptível. Em outros exemplos, passou-se por um longo processo de inquirição dentro da comunidade científica que seguia uma teoria da tradição.

As caracterizações listadas acima não se enquadram facilmente à lógica de uma ciência pragmática, desenvolvidas exclusivamente para atender aos interesses socioeconômicos. Boa parte está dentro do padrão da “ciência acadêmica”, de acordo com o sentido dado por Robert Merton, que descreve o funcionamento da ciência “desinteressada” ou, nos termos de John Ziman (2003, p. 20), ciência não instrumental. Mas fica evidente que, entre os exemplos acima, estão aqueles resultados que se encaixam sem embaraços à categoria da “ciência pós-acadêmica” desenvolvida por Ziman, como é o caso dos exemplos da biologia e da física da matéria do estado sólido. Essas breves observações indicam, no

mínimo, que a ciência fundamental segue como uma dimensão essencial no interior da “cultura inovacionista”.

Esses exemplos de teorias originais formam um conjunto de resultados que servem ou ajudam a orientar as descrições de muitos filósofos da ciência, cientistas e cientistas-filósofos. Esses esperam que a ciência persevere no ideal de ampliar o conhecimento da humanidade e que possa ajudá-la a responder questões existências fundamentais, como aquelas velhas perguntas que se tenta responder desde o surgimento da espécie humana: Quem somos? De onde vimos? Onde estamos? Para onde vamos? Ou podem se restringir de maneira menos vaga a questões como o que é a vida e como ela se originou, por exemplo. Mesmo com a objetividade científica, com o seu método de mensurar, quantificar e representar os fenômenos e entidades matematicamente, as questões éticas, a interação humana e essa interação com a natureza deveria manter-se imbricada sem causar prejuízo à ciência, mas sim ampliar a cultura geral.

O período das transformações da física, na virada do século XIX para o século XX, que serviram de base para a física moderna, evidencia essas preocupações relativas ao possível entrelaçamento da ciência com a cultura geral. Hermann von Helmholtz (1821-1894) é um dos cientistas-filósofos preocupado com as relações entre o conhecimento e a existência humana (VIDEIRA, 2013, p. 120). As transformações materiais que a ciência provocava na sociedade alemã estavam entre as suas preocupações. Para ele, dada a capacidade da ciência de transformar a vida humana em suas dimensões espiritual e material, ela poderia servir para a integração da sociedade alemã (VIDEIRA, 2013, p. 132). Também fora da física, naquele período, outros cientistas perseguiram os mesmos objetivos de Helmholtz ou tinham as mesmas preocupações que as dele. Essa concepção acabava exigindo a busca dos fundamentos filosóficos da ciência que, ao mesmo tempo, procurava evitar que esta fosse indiferente à vida humana. Com efeito, todas essas tentativas mantiveram a porta aberta para a metafísica e geravam desconfiança entre os partidários de uma ciência positivista. Era desafiador garantir a autonomia e a objetividade da ciência, a busca pela verdade desinteressada e conciliar o bem-estar humano para além das condições materiais.

Ao reconhecer explicitamente a necessidade de encontrar motivações que não fossem apenas materiais – como as tecnológicas –, alguns cientistas do século 19 pareciam perceber a metafísica como algo que poderia eventualmente possuir valor, uma vez que seria capaz de mostrar que o sentido da ciência não se reduzia a descobertas práticas e que o valor das leis naturais ultrapassava os limites da esfera cognitiva (VIDEIRA, 2013, p. 192).

Essa preocupação parece que nunca deixou de estar entre os praticantes da ciência desde os primórdios da ciência moderna. Nem mesmo Francis Bacon, visto como um dos

fundadores do programa científico com viés pragmático, não deixou de ter preocupações éticas com os rumos da relação entre ciência e a sociedade. Não é difícil entender esse sentimento entre muitos cientistas, quando se reconhece que entre as bases de fundação da ciência moderna esteve o movimento humanista iniciado bem antes do século XVII. Os princípios basilares desse movimento acompanharam muitos dos filósofos naturais e permaneceram entre muitos dos novos cientistas no século XIX (MIGUEL, 2012, p. 15), além disso, continuam a orientar muitos cientistas, a despeito do avanço da ciência industrial com finalidades pragmáticas ou instrumentais (ZIMAN, 2003, p. 20).

Para reforçar a estima dada à relação da ciência com o mundo ordinário, far-se-ão considerações a partir das ideias de dois notáveis cientistas-filósofos nascidos no século passado e que prestaram importantes contribuições para o desenvolvimento da ciência e da epistemologia científica, a saber, David Bohm e John Ziman, que advogavam a concepção de que o empreendimento científico não deveria se limitar a atender os chamados da tecnologia ou da tecnociência.

Começar-se-á abordando as ideias de Bohm. Este prestou relevantes contribuições à física teórica, especialmente com trabalhos sobre a teoria da relatividade restrita (BOHM, 2011), questionou alegações ligadas à física quântica, no final dos anos de 1940 e defendeu o pressuposto ontológico no qual o mundo teria uma ordem implícita, subjacente ao mundo aparentemente caótico – a ordem explicada. Para que os físicos pudessem compreender a ordem implícita, deveriam se desfazer de alguns pressupostos básicos sobre a organização da natureza. De acordo com os pressupostos filosóficos e suas teorias científicas a respeito da estrutura física do mundo, o trabalho do artista se assemelha com a atividade do cientista. Um aspecto que Bohm destaca sobre os pontos de semelhança dessas diferentes práticas é a capacidade que ambos têm em contribuir para alterar a percepção humana do mundo (BOHM, 2011, p. 42). Tanto a ciência quanto a arte são realizações que podem, por meios distintos, mostrar as estruturas mais sutis da natureza. A ciência e a arte, para Bohm (BOHM, 2011, p.38), sempre estiveram profundamente associadas, pois ambas se preocupam sobretudo com a criação de paradigmas, em vez de se limitarem a simples reflexões ou resoluções dos problemas apresentados.

O trabalho do cientista, que deve testar suas verdades com a ajuda de observações instrumentais e equações matemáticas, pode formar novas ideias abstratas sobre espaço, tempo e organização da matéria (BOHM, 2011, p. 43-44). Todo esse esforço e trabalho do cientista precisa contar também com o caráter de uma personalidade intrépida para buscar e optar por alegações originais. É preciso que o cientista procure se livrar das estruturas mentais

que se formam dentro de um ambiente de rotina, que ajudam a formar preconceitos e a restringir a liberdade criativa para apresentar novas teorias e novos paradigmas científicos que ampliem ou alterem o conhecimento humano.

Tais teorias são criações do cientista, interpretadas em parte com base em sua beleza – harmonia, ordem, elegância, totalidade unificada, e assim por diante – e em parte por sua habilidade de nos ajudar a entender diversos fatos científicos- isto é, integrá-los a uma estrutura ainda mais ampla e coerente. Tal entendimento inclui a habilidade de sugerir novas relações que valem uma investigação mais detalhada, tanto teórica como experimental. Assim, a teoria exerce um papel dinâmico e criativo, mas também prosseguindo para “manter-se à frente” do conhecimento, antecipando o que pode vir a acontecer mais tarde, bem como sugerindo novas “relações paradigmáticas” com a natureza, para serem determinadas por experiências e para servirem como base para criações de teorias em escala ainda maiores (BOHM, 2011, p. 39-40)

De maneira geral, John Ziman, matemático e epistemólogo da ciência, partilhou das mesmas questões, preocupações e objetivos quanto ao desenvolvimento da ciência. Ziman atuava como professor e pesquisador especializado na área de sólidos e metais cristalinos. Foi membro da Royal Society, integrou o Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, foi editor de diversos periódicos da área da Física e das Ciências Sociais e também contribuiu na elaboração de políticas públicas para a ciência no Reino Unido (REIS *in* HAYSHI *et al*, 2014, p. 212). Sua obra é vasta, mas destacar-se-á nesta seção algumas das questões que ele desenvolveu sobre o futuro da ciência com o avanço da “ciência industrial”.

O parágrafo abaixo mostra como Ziman avaliava a ciência e qual a contribuição que ela poderia dar à sociedade. O físico do Reino Unido, que ministrou aulas em importantes universidades como Bristol, Cambridge e Oxford, já manifestava a sua apreensão com os rumos da ciência, especialmente do ideal que visa ampliar a compreensão da natureza, sem finalidades utilitárias.

Hoje em dia, a ciência é tratada como um instrumento de política, servindo aos interesses materiais do governo e do comércio. Tradicionalmente, no entanto, ela também tem importantes funções sociais não instrumentais, tais como a criação de cenários críticos e imagens do mundo, o estímulo de atitudes racionais, e a reprodução de praticantes ‘esclarecidos’ e especialistas independentes. A transição da ciência acadêmica para a “pós-acadêmica” ameaça o desempenho dessas funções, que são incompatíveis com modos estritamente instrumentais de produção de conhecimento. Em particular, a objetividade especializada é negada pelo inter-relacionamento entre interesses políticos e comerciais. Não podemos voltar para o modelo acadêmico de ciência antigo, mas precisamos considerar como manter as suas funções vitais e não instrumentais (ZIMAN, 2003, p. 17)

Em sua avaliação, o avanço dessa ciência produzia uma nova configuração dentro das universidades, que eram o local privilegiado para o desenvolvimento da ciência desinteressada, que não priorizava a aplicação dos resultados a questões práticas. Esse contexto, de acordo com a sociologia de Merton, era denominado por “ciência acadêmica”.

Nesse ambiente institucional havia liberdade para o cientista escolher qual a investigação de sua preferência, o desenvolvimento da investigação ficava a cargo do indivíduo e este não se submetia à pressão de uma estrutura gerencial e hierarquizada. Porém, com a importância dada à tecnociência impulsionada pela ‘ciência industrial’, segundo Ziman, a “ciência acadêmica” foi sendo substituída pela “ciência pós-acadêmica”. Nesse novo contexto, que para ele se acelerou com os avanços da biotecnologia, a instituição preferencial, as universidades, para o desenvolvimento da ciência desinteressada modifica radicalmente. Com o avanço dado à importância do conhecimento científico para atender objetivos práticos, as universidades e instituições de pesquisa públicas passam a adotar o sistema e a estrutura da ciência industrial. A ciência passa a ser uma prática coletiva e administrada dentro de padrões gerenciais como em qualquer setor de empresa, até mesmo dentro dos laboratórios de P&D. A esse novo ambiente dentro das universidades e institutos públicos, que alteram legislações para garantir segredo ou licença intelectual, dá o rótulo de “ciência pós-acadêmica” (REIS, 2010).

A liberdade dos cientistas escolherem os problemas que irão investigar é reduzida ou eliminada. Dentro das regras e organização da ‘ciência pós-acadêmica’, há o inconveniente da escolha ser orientada pela agenda previamente elaborada em conformidade com os interesses práticos da empresa que estabeleceu parceria com a universidade que desenvolverá a pesquisa. Assim, a possibilidade de se ter ideias originais, no sentido colocado por Kuhn, Popper e Bohm, fica bem limitada. Dentro desse ambiente institucional ampliam-se as possibilidades de se obter resultados inovadores, dentro do ideário da teoria do SNI elaborada pelos economistas evolucionários e assumida por agências multilaterais e governos. Ziman, em oposição ao acrônimo criado por Merton para descrever a “ciência acadêmica”, CURDOS (Comunismo, Universalismo, Desinteresse e Ceticismo Organizado) cria, para caracterizar esse novo ambiente cuja prevalência do *ethos* gerencial e da ciência coletivizada amplia, o acrônimo PLACE (Proprietário, Local, Autoritário, Encomendado [Commissioned] e Especializado) (REIS, 2014, p. 225).

Ziman atiladamente levou a sua crítica para o campo epistêmico, ao analisar que a ciência acadêmica seguiu, no aspecto cognitivo, os princípios ‘darwinianos’, em que certas partes do conhecimento são conservadas, algumas revisadas, enquanto outras são substituídas por novas partes. Os cientistas trabalham produzindo resultados para inúmeros problemas, cada um bem diferente do outro. O conhecimento avança, mas evolui em direções que não foram previstas devido à retenção de pequenas proporções desses resultados que sobrevivem a rigorosos testes (ZIMAN, 1999, p. 448).

Com certa ironia, que pode ser dirigida aos teóricos do SNI, Ziman⁴¹ afirma que a tentativa de organizar e planejar o desenvolvimento da ciência elimina a sua principal fonte de progresso. Pode-se aproveitar essa passagem para adicionar que teorias originais são partes constitutivas do progresso científico.

A ciência pós-acadêmica luta honestamente para melhorar este processo aparentemente ruinoso. Tenta assegurar que todos os projetos de investigação sejam bem planejados, não redundantes, e dirigidos para a solução de problemas bem expostos. O efeito inesperado é forçosamente que os projetos bizarros e as conjecturas selvagens não têm nunca a possibilidade de mostrar as suas capacidades ocultas – que abrem as portas ao progresso revolucionário (ZIMAN, 1999, p. 449).

Fica cada vez mais difícil, dentro desse ambiente “cultural inovacionista” ou, nos termos de Ziman, de uma ciência ‘pós-acadêmica’, encontrar cientistas com ousadia para aplicar entre os critérios de escolha valores epistêmicos como originalidade ou fecundidade. Os condicionantes externos e o ambiente institucional pressionam o cientista a ser cauteloso e a conter qualquer movimento ou preferência teórica que se confunda com idiossincrasia. Com efeito, não se deve raciocinar que as teorias científicas integradas ao circuito da inovação eliminariam a possibilidade de surgir teorias originais. A questão é que as condições que possibilitam o florescimento de tais teorias dependem da formação do cientista, de atributos psíquicos, do ambiente institucional e de tantos outros estímulos e passam a se impor contra o fenômeno que movimentou a ciência moderna. A tendência é haver uma combinação entre acomodação para buscar uma teoria original e entusiasmo para encontrar resultados inovadores para o avanço tecnológico. Ou seja, nada mais atual do que as preocupações apresentadas por Helmholtz, na Alemanha da metade do século XIX.

3.1.3 A originalidade e o SNI

Como cada vez mais os programas de pesquisa são definidos fora da comunidade científica, ou, no máximo, a última palavra é dada pelos cientistas – atualmente quem determina a agenda científica são os agentes políticos, econômicos ou sociais -, as alegações originais que fujam do apriorismo pragmático ficam dentro de um espaço deveras restrito. A originalidade enquanto critério de escolha para hipóteses ou teorias concorrentes tende a se

⁴¹ Chama a atenção a passagem no texto de REIS (in HAYASHI, 2014, p.220) ao mencionar o envolvimento de Ziman na produção de relatórios sobre as consequências da relação entre ciência, tecnologia e inovação (BERRY; NYE, 2006). É uma relevante indicação para pesquisas posteriores.

vincular à busca de resultados inovadores. Ou seja, muitas teorias, hipóteses e possíveis descobertas ficam no meio do caminho, não porque foram alvo do ‘falsificacionismo popperiano’, mas sim porque não suportaram a urgência exigida pela “cultura inovacionista”. Nunca se deixará de ter cientistas ou equipes optando por teorias originais, mas essas escolhas estarão sobre o tacho dos imperativos socioeconômicos ou políticos. Portanto, nesse caso, segundo Schumpeter e os seus seguidores, seria mais adequado utilizar o substantivo inovação em vez de originalidade.

A probabilidade de se escolher uma teoria inovadora que garanta o financiamento para determinado programa de pesquisa é maior do que a de optar por uma teoria que se enquadre dentro da categoria de ‘ciência acadêmica’ ou não instrumental. Nesse caso, não é simples fazer qualquer juízo de valor moral ou ético sobre a atividade de cientistas que optam por resultados utilitários ou “inovadores”. A situação parece bem mais difícil de ser analisada, pois a opção pela teoria típica da ‘ciência desinteressada’ pode significar a saída do cientista ou do seu grupo da comunidade científica – em uma linguagem mais frouxa, é “ficar fora do jogo”. Em muitas circunstâncias, se opta por caminhos ou escolhas pragmáticas, que restringem a autonomia, para se manter no ‘jogo’ e quando possível violar as regras do ‘jogo’. São inúmeros os registros nas pesquisas de avaliação dos investimentos e da qualidade dos resultados em P&D, realizados por agências públicas sobre os investimentos de recursos públicos, cujo recurso foi direcionado para ciência aplicada e desenvolvimento e é utilizado em pesquisa fundamental (STOKES, 2005, p. 125-129).

No entanto, movimentos desse tipo não eliminam as dificuldades de a ciência cumprir o ideal defendido por cientistas-filósofos e filósofos da ciência apresentados nesta seção. Nos dias que correm, sempre a biologia molecular e os demais programas de pesquisa das ciências médicas, programas de pesquisa de nanotecnologia, da física da matéria sólida e de polímeros são áreas que tendem a receber bem mais recursos que áreas como a biologia evolutiva ou a cosmologia teórica, por exemplo. As ciências com finalidades “instrumentais” têm estado sempre em vantagem, ao conseguirem mais investimentos, frente às ciências “não-instrumentais”.

Todos esses apontamentos não significam, de modo algum, desprezar o valor e a utilidade da ciência aplicada, pouco menos da ciência industrial. É inegável a importância dos seus resultados inovadores para a melhora da qualidade de vida em muitas áreas, a ampliação da produção de alimentos, a melhora da comunicação entre as pessoas e a rapidez na circulação. Mas o que deve ser ressaltado e merecedor de análise é o impacto causado na

prática da ciência e as transformações provocadas na sua dimensão epistêmica, como a do valor originalidade, para se manterem vantagens socioeconômicas e até mesmo políticas.

São mudanças epistêmicas que alteram um dos ideais da ciência e a deixa mais distante de procurar ou responder aquelas questões fundamentais da existência humana. Ao mesmo tempo, se assume uma prática que a coloca mais distante das investigações sobre a natureza, substituindo o ‘como?’, que significa compreender os fenômenos naturais, pelo ‘para quê?’. É uma ciência cujo fito é procurar aperfeiçoar o conhecimento sobre fenômenos artificiais que já são conhecidos. As palavras de Bohm que procuram abarcar outros domínios da vida parecem carregadas de coerência quando se verifica o estágio da ciência contemporânea.

Nos tempos modernos, as funções da ciência, da arte e da religião têm se tornado fragmentadas e confusas. A ciência desenvolveu-se a um ritmo inigualável no sentido técnico, mas parece ter se separado quase que completamente de seu papel de auxiliar o homem a assimilar psicologicamente seu universo para que possa sentir-se bem e reagir interior e inteiramente a sua beleza (BOHM, 2011, p. 34).

Por fim, o contexto dominado pelo SNI demonstra deixar pouco espaço para o funcionamento de uma “ciência desinteressada”, que não coloque aprioristicamente o objetivo de promover avanços tecnológicos e a ampliação dos ganhos industriais e políticos. Estes resultam do fato de, com o auxílio da ciência, enfrentar questões sensíveis que minam a coesão e os níveis de estabilidade social. Como obter teorias originais ou esperar que originalidade ou fecundidade mantenha-se como valor epistêmico, dentro da ciência em que o fito é o de controlar a natureza e não o de compreendê-la? O ambiente institucional ligado ao SNI fragiliza cada vez mais a possibilidade de se ter cientistas livres para perseguirem alegações com essas características tão caras para o avanço da ciência. E isso parece ocorrer não exatamente por aquilo que Ziman diagnosticava, a saber, que a ciência fundamental ou básica e a ciência aplicada estariam se fundindo. A questão mais tenebrosa é a de que, em uma ciência coletivizada, que segue o *ethos* gerencial, a liberdade para se escolher autonomamente quais os problemas que devem ser enfrentados se torna algo raro. Seguindo a pegada de Khun, que também trabalha com a distinção entre a ciência fundamental – desinteressada – e a aplicada, os momentos para o surgimento de novos paradigmas dependem daquela “tensão essencial” entre ciência convergente e divergente.

Novos “paradigmas”, eventos revolucionários, alegações originais e fecundas decorrem da “resolução de enigmas”. A questão que se coloca é quais são as condições para os cientistas escolherem autonomamente os “enigmas” que deverão ser inquiridos? A “cultura

inovacionista” não abandonou a importância da distinção entre ciência fundamental⁴² e a ciência aplicada. Esta, dentro do SNI, pode ser mais “pretensiosa” e seguir a agenda definida previamente. Assim, finalizando a seção, se retorna às preocupações de Ziman.

Mais importante ainda, os corpos financiadores tendem a ter interesses que ultrapassam a mera produção de conhecimento. Naturalmente, fazem entrar em jogo esses interesses no momento decisivo – isto é, quando os problemas de investigação estão a ser formulados. A maior parte da discussão “política” sobre a previsão, prioridades, responsabilidade, etc., é realmente centrada na “escolha do problema”. O inconveniente é que isto torna muito difícil que se inicie uma investigação sobre quaisquer problemas que não se encontre já previamente na agenda de um corpo financiador influente e próspero. Trata-se, claramente, de um assunto muito sério num mundo em que nem todos os problemas socialmente importantes possuem uma reconhecida importância comercial, tecnológica ou política (ZIMAN, 1999, p. 447-448).

3.2 A ciência, a aceleração e a inovação tecnológica

Percepções do senso comum, especulações filosóficas e estudos de diferentes áreas indicam que, contemporaneamente, determinados conhecimentos engastados no tempo são submetidos a grandes constrangimentos. A relação entre tempo – no sentido de se ter oportunidade ou circunstância para desenvolver algo – e conhecimento tem impactado muitas partes da sociedade e sempre foi um fenômeno difícil de se compreender objetivamente.

No capítulo anterior já se mencionou que os atos ou resultados inovadores sempre acompanharam a espécie humana e alcançaram estupenda valorização na modernidade, sobretudo após a Revolução Industrial. Mas é importante, para a investigação da relação entre originalidade científica e inovação, deter-se na maneira como o conhecimento tem se desenvolvido no tempo. Verificar como a compreensão que pretende ser mais profunda ou mais abrangente sobre determinados fenômenos sociais ou naturais, que é imprescindível para a ciência, tem se efetivado.

⁴² 240. A investigação básica consiste em trabalhos experimentais ou teóricos que se empreendem fundamentalmente para obter novos conhecimentos acerca dos fundamentos de fenômenos e factos observáveis, sem levar em conta uma determinada aplicação ou utilização. [...] - a investigação básica pura é realizada para fazer progredir os conhecimentos, sem a intenção de obter vantagens econômicas ou sociais a longo prazo, ou de fazer um esforço deliberado para aplicar os resultados a problemas práticos, ou transferir esses resultados para os setores responsáveis pela sua aplicação. [...] a investigação básica orientada é motivada pela expectativa de produzir uma base de conhecimentos ampla capaz de constituir um ponto de partida para a resolução de problemas já formulados ou que possam vir a colocar-se no futuro. 244. A identificação em separado da investigação básica orientada pode ajudara a identificar a “investigação estratégica”, um conceito amplo frequentemente citado no processo de elaboração de políticas (OCDE, 2002, p. 104-105).

Nas passagens de estudos sobre o momento em que a modernidade emergiu fica evidente que a ruptura com a tradição e com o presente é uma das suas principais características. Em qualquer momento da Idade Moderna, sempre houveram aqueles que lamentavam ou se entusiasmavam com a ‘aceleração’ do tempo, com as infundáveis mudanças. A impressão comum é de que a “aceleração” do tempo, o tempo disponível para realizar tarefas, estabelecer vínculos sociais empáticos e construir conhecimento para realizar as coisas é um problema do final do século passado. Mas, não é bem assim, pois a preocupação com a aceleração do tempo, a disponibilidade sempre exígua para realizar ações e artefatos vem de longe.

Koselleck (2014), ao caracterizar a modernidade, apresenta exemplo sobre a pressão e os efeitos do tempo, do qual é possível deduzir efeitos da relação entre tempo e a qualidade do resultado.

Em períodos cada vez menores produziam-se cada vez mais pianos - [...] Por volta de 1750, um construtor de pianos produzia cerca vinte instrumentos por ano. Em 1820, graças à produção mecanizada da armação, o fabricante Broadwood, de Londres, já produzia 400 e, em 1825, 1.500 pianos por ano. “Os preços despencaram, o tom subiu” e alcançou a esplêndida frequência de 435Hz. Mozart e Beethoven se irritaram, pois suas peças estavam sendo tocadas em um ritmo mais acelerado (sic)⁴³ do que originalmente previsto (KOSELECK, 2014, p. 151).

Na passagem acima, a aceleração do tempo interfere no resultado sonoro do piano, e obriga os músicos a adaptarem suas obras às mudanças efetuadas no instrumento. Esse é um caso sutil dos efeitos contraditórios da aceleração do tempo, cuja técnica para produzi-lo ampliou a escala em determinado espaço de tempo, contribui para o custo abaixar e decrescer o preço para o comprador, no entanto, a qualidade da execução musical ficou sob suspeita, ao menos para os autores das obras musicais.

Em outra passagem, Koselleck se empenha em qualificar as mudanças da modernidade e procura apontar marcos históricos que possivelmente contribuíram para alterar a relação entre tempo e o fazer ou pensar humano.

Mudança, *mutatio rerum*, pode ser constada em todas as histórias. No entanto, a mudança moderna é aquela que provoca uma nova experiência temporal: a de que tudo muda mais rapidamente do que se podia esperar até agora ou do que havia sido experimentado antes. A intervalos menores, no dia a dia dos afetados introduz-se um novo componente desconhecido, que não pode ser deduzido de nenhuma experiência conhecida. Isso distingue a experiência da aceleração (KOSELLECK, 2014, p. 153).

O esforço do parágrafo acima é encontrar os pontos ou características que possam distinguir o tempo da modernidade de períodos antecedentes. Pois mudanças sempre ocorreram em todos os tempos da existência humana. Há aqueles que afirmam que, numa

⁴³ Trata-se, provavelmente, de um erro de tradução, sendo a frequência ou o tom musical quem subiu, ou seja, as peças estavam sendo tocadas num tom mais alto.

análise de conjunto, discutir a aceleração do tempo é insignificante ou estéril. O desafio e a dificuldade é justamente encontrar os elementos que transformam um período ou uma época histórica em uma cadeia de eventos que guardam a sua singularidade.

A nova consciência de época, desde o final do século XVIII, caracteriza-se pelo fato de o próprio tempo não ser mais experimentado apenas como fim ou como começo, mas como um tempo de transição. É certamente aí que, de início, a recepção alemã da Revolução Francesa se diferencia da experiência dos que dela participaram diretamente e que sublinharam, antes de tudo, o caráter de recomeço absoluto. Mas, pelo menos a partir da fracassada Restauração de 1815, a consciência do tempo de transição passa a fazer parte da experiência universal dos povos europeus, crescentemente induzida pelas mudanças sociais que se seguiram a Revolução Industrial. [...] A nova experiência de transição se caracteriza por duas noções especificamente temporais: a diferença de qualidade que se espera para o futuro, e, associada a isto, a mudança dos ritmos temporais da experiência: a maior rapidez com que o tempo presente se diferencia do passado. Humboldt sublinhou isso expressamente em sua análise do século XVIII, e não estava só: “Parece que nossa época nos conduz do período que acaba de passar para um outro novo, bastante diferente.” E o critério dessa mudança encontra-se em um tempo histórico que produz prazos cada vez mais breves (KOSELLECK, 2006, p. 288-289).

O texto faz referência ao continente europeu, mas essa forma humana de interagir no mundo não demorou muito para predominar em diferentes países. As revoluções políticas do final do século XVIII, a Revolução Industrial, as revoluções políticas que se seguiram ajudaram a alterar as percepções sobre o tempo. Hoje, com a revolução eletroeletrônica, com o avanço da biotecnologia, com as tecnologias de comunicação e a possibilidade de pessoas e mercadorias circularem pelo mundo mais rápido, o tempo em transição não acontece mais nos países da Europa, tornou-se um fenômeno global.

Toda essa aceleração resulta de uma combinação entre conhecimento, sentimentos, técnica e artefatos. O conhecimento, as ideias e pensamentos e coletivos foram e ainda são determinantes para produzir equipamentos e tecnologias que ajudam a “acelerar” o tempo. Esse processo se retroalimenta e parece impossível identificar a fronteira entre qual o fenômeno que foi determinante para que o um ou outro ocorresse. Mesmo ao se afirmar que a ideia ou o projeto veio primeiro, alguém pode destacar a importância da contrapartida do mundo material externo ao pensamento. Com efeito, os produtos estabelecidos que circulam no mundo estimulam ideias e estas, por sua vez, contribuem para a criação de novos produtos. Passa a imperar uma cadeia de eventos sem fim, sobretudo quando o estímulo parte, dentro da máxima schumpeteriana, daqueles agentes capazes de criar ofertas e empregar quem pode criá-las em forma de produtos de alta tecnologia, meios de produção e tantos outros artefatos para diferentes aplicações.

Esse fenômeno que imprime um novo ritmo para a realização da vida, ocupa quase que todas as instituições. As instituições que demandam trabalhadores e as que são

responsáveis pela difusão e produção de conhecimento, como escolas e universidades, não deixam de sentir a pressão do tempo célere. No mundo do trabalho, têm ocorrido transformações radicais nos variados segmentos que estruturam a economia e as finanças. Boltanski (2009) fala de “O novo espírito do capitalismo”, Sennett (2012) da “A cultura do novo capitalismo” e outros, independente das considerações que fazem sobre esse ‘novo’, não deixam de identificar as mudanças que afetam radicalmente as relações de trabalho. Flexibilidade, fugacidade, obsolescência, efemeridade, desmedida, superficialidade e tantas outras adjetivações fazem parte desse universo vocabular crítico ou angustiado para o qual poucos têm a ousadia de apresentar um prognóstico preciso sobre o ponto de chegada dessa acelerada marcha. Sennett (2012) não deixa por menos, e encontra no tempo a justificativa para o “espírito do tempo”.

Um dos motivos para essa superficialidade degradante é a desorganização do tempo. A seta do tempo se partiu; não tem trajetória numa economia política continuamente replanejada, que detesta a rotina, e de curto prazo. As pessoas sentem falta de relações humanas constantes e objetivos naturais (SENNETT, 2012, p. 111).

Nas universidades e instituições de ensino, que estão na base da formação do pensamento ocidental que impacta na ciência, Ziman já diagnosticava que a “ciência industrial” alterava o modelo de “ciência acadêmica” descrito por Merton (REIS, 2014). Na sociologia, com uma visada genérica, Bauman e Donskis (2014) desfecham a sua crítica à pressão que dificulta a produção de qualquer conhecimento que exija tempo para ser aprofundado. Ele não visa especificamente às ciências da vida ou da natureza, mas a sua corrosiva observação não deixa de valer para tais disciplinas.

Talvez uma lógica do rápido consumo e da célere reação tenha permitido a formação dos critérios de eficiência de fábricas, oficinas, empresas e lojas da era industrial. Transferida, porém, para as universidades e instituições de pesquisa da era pós-industrial e da informação, essa lógica se torna grotesca e absurda. É possível atingir resultados rápidos em sistemas simples ou trabalhando na educação popular. Mas um educação realmente boa, projetos fundamentais e ciências humanas e sociais que mudam o mundo das ideias não podem, ao contrário de aplicações da tecnologia ou da teoria popular, se desenvolver rapidamente e se dedicar ao consumo fácil só porque sua preocupação básica é com escolas de pensamento e com processos de autocorreção que não podem ser consumadas em um ou dois dias (BAUMAN; DONSKIS, 2014, p. 164).

Esse contexto procura acelerar os resultados e dar respostas para qualquer questão ou suprimir demandas de qualquer natureza. Com isso, tudo se insere em um circuito de moto-contínuo, se transformando incessantemente, que não poupa a ciência. Não se sabe com exatidão quando essa pressão sobre a ciência começou. Ziman aponta para os avanços da biotecnologia, iniciados nos anos de 1980, e os vê como o fenômeno determinante para se instaurar o contexto que ele denomina por “ciência pós-acadêmica” (REIS, 2014, p. 223).

Mas o que menos importa, como o próprio Ziman afirma, é saber exatamente quando tudo começou. A questão é avaliar a qualidade dessa pressão, que comprime o tempo necessário para a produção de conhecimento sobre a ciência. E tratando-se das circunstâncias em que a formulação do conhecimento se encaixa na intenção de se produzir alegações originais, dentro daquilo que se espera de uma ciência “desinteressada”, ver-se-á que a dimensão temporal dilatada também é necessária para o desenvolvimento.

Em passagens anteriores desta pesquisa, colocou-se em relevo a importância de o cientista ter autonomia para definir o que deseja pesquisar ou qual o problema que pretende resolver. Um dos aspectos nefastos para a “ciência acadêmica”, segundo Ziman, foi com o domínio da “ciência industrial”, o *ethos* gerencial ter se instalado nas universidades e nos laboratórios públicos de pesquisa acompanhado da coletivização da pesquisa, que reduziam a liberdade dos cientistas escolherem os seus problemas. Mas, sabe-se que a disponibilidade de tempo tem se mostrado, ao longo do desenvolvimento da ciência moderna, um fator constitutivo e quando ele se torna um “recurso escasso” é um prejuízo equivalente à falta de autonomia do cientista.

3.2.1 Ciência, inovação e acaso

Voltando um pouco à metade do século XX, em que o tempo ainda não era no mundo dos negócios um bem tão escasso, como nos tempos atuais, é possível ter uma ideia de como a P&D se relacionavam com o tempo em determinadas empresas. Apresentar-se-á sumariamente o estudo de caso realizado pelo renomado economista evolucionista, Richard Nelson. O estudo de caso que ele produziu foi sobre a invenção do transistor, que ocorreu no ano de 1948, por uma equipe de cientistas dos laboratórios Bell Telephone. Os laboratórios da Bell, na época, tinham como coproprietários a AT&T e a Western Electric. A AT&T era praticamente proprietária todo o sistema nacional de comunicação telefônica dos EUA, que era um serviço de utilidade privada regulamentada pelo governo. A corporação era verticalmente integrada, ela projetava e produzia equipamentos utilizados pelo sistema telefônico do país (NELSON, 2005b, p. 260).

Esse estudo foi apresentado originalmente em 1962⁴⁴, e reapresentado na publicação em 1996 (NELSON, 2005b, p. 259-302), quando a importância da P&D nas indústrias e a “ciência pós-acadêmica” encontravam-se em um estágio de desenvolvimento bem avançado. Fica evidente, ao se ler o conjunto da obra no qual o estudo de caso faz parte, que Nelson tem o desiderato de reforçar seus pontos de vista a respeito de como a ciência pode funcionar com resultados que supram expectativas de uma ciência cujos resultados só ampliam a compreensão de determinado fenômeno e aquelas cujos resultados tem aplicabilidades práticas para a criação ou o aperfeiçoamento de artefatos. Toda a pesquisa pode ser desenvolvida dentro de um contexto híbrido como se a ciência acadêmica e o *ethos* gerencial da P&D da indústria pudessem seguir sem tensão. Uma autonomia relativa dos cientistas, bem como poder utilizar o tempo para desenvolver a pesquisa estavam garantidos.

No estudo de caso, Nelson, ao contextualizar o período das pesquisas, que se aceleram durante a Segunda Guerra Mundial, realça a importância da pesquisa fundamental para o desenvolvimento daquele tipo de artefato e o quanto é possível garantir uma ciência realizada de maneira coletivizada dentro de uma empresa que tem o lucro como principal finalidade. Nesse estudo de caso, as questões ligadas à falta de autonomia, o *ethos* gerencial e os limites de uma “ciência coletivizada” não causam nenhum efeito negativo tanto para o cientista de física do estado sólido que deseja aprofundar o conhecimento sobre a condutividade dos cristais que servem de semicondutores, quanto para os cientistas da mesma área da física que queriam ver os resultados práticos de suas pesquisas.

Sem tirar o mérito do trabalho do economista e professor Richard Nelson, e reconhecendo que novos estudos de caso precisariam ser realizados, parece que, com as informações existentes das últimas décadas, as evidências extraídas do laboratório da Bell só servem para mostrar que em algum momento, quando a “ciência industrial” ainda encontrava-se em seu estágio púbere, ainda era possível compatibilizar práticas comuns da “ciência acadêmica” com o *ethos* gerencial da “ciência industrial”. Por outro lado, ela expressa as preocupações dos economistas evolucionários ao reconhecerem que definir previamente uma agenda de P&D, não deve ser um prejuízo para a liberdade do pesquisador e a limitação do tempo que ele necessitará para o trabalho avançar.

Nelson (2005b) descreve detalhadamente o contexto daquela significativa invenção, tocando em aspectos do quanto já se tinha acumulado de conhecimento sobre semicondutores, a importância dos avanços da mecânica quântica, as incertezas como parte vital do

⁴⁴ Publicado originalmente no livro *The Rate and Direction of Inventive Activity*, editado por Richard R. Nelson (National Bureau of Economic Research, Princeton University Press, 1962), p. 549-83.

aprendizado, a interação entre cientistas e áreas do conhecimento diferentes, a maneira como a equipe era coordenada, os objetivos da pesquisa e os critérios aplicados para determinar o quanto se avançava para determinado um rumo e não outro, o problema da autoridade, a política de pesquisa dos Laboratórios da Bell, etc. O estudo de caso pormenoriza o artefato que foi um dos artefatos responsáveis pela Terceira Revolução Industrial. O que derivou desse componente tem transformado profundamente a cultura material, intelectual e política, e segue prestando relevante contribuição para se ampliar as fronteiras do conhecimento de importantes áreas científicas.

Os ingredientes que parecem ter tido um papel importante no sucesso do projeto de pesquisa dos semicondutores incluem a intensa interação de um grupo de cientistas de ponta, um amplo grau de liberdade no decurso da pesquisa e um interesse extremamente forte por parte de pelo menos um membro do grupo na invenção de um artefato operacional. Trata-se de uma reunião de talentos de alto custo num mesmo projeto e, quando ele foi iniciado, não havia garantias de benefícios que poderiam advir. Durante quase dois anos antes da invenção do transistor, o grupo foi mantido livre e pressões para apresentar resultados práticos (NELSON, 2005b, p. 297).

Nelson escreve que o grupo de cientistas foram mantidos por quase dois anos livre de pressão. Depois desse estudo de caso, talvez verificando a “racionalidade limitada” dos agentes econômicos e a importância da ciência fundamental para o desenvolvimento da P&D, Nelson passa a considerar com veemência a importância do Estado investir em ciência básica. Ele já havia percebido que experiências iguais a do laboratório da Bell tornavam-se cada vez mais raras e que o “mercado” não seria capaz de garanti-las.

Antes da publicação do estudo de caso do transistor, mas logo depois da invenção desse artefato, Nelson (1959) publica o texto que ressalta a importância da pesquisa básica receber investimentos governamentais e de que o local para esse tipo de pesquisa é a universidade. A partir desse texto, Nelson passou a dar mais ênfase ao papel da pesquisa básica e às dificuldades das firmas aportarem recursos para que ela fosse desenvolvida como nos áureos tempos dos laboratórios da Bell. Possivelmente, depois de passada a guerra, com a ampliação da concorrência entre as empresas, o avanço da busca pela criação de novos produtos e novos mercados, ele viu que a pesquisa básica, uma dimensão da ciência cuja importância para a inovação de produtos os economistas evolucionários nunca deixaram de reconhecer, não poderia ficar entregue aos interesses mercantis das corporações.

O estudo de caso da invenção do transistor (NELSON, 2005b) mostra que, sob determinadas condições, as pesquisas científicas podem se ver livres da pressão sobre o tempo. A questão é que naquele período as condições socioeconômicas eram favoráveis para assegurar a configurações descritas por Nelson. O nível de concorrência na área de telefonia

era quase inexistente, a pesquisa fundamental tinha mostrado a sua importância para ampliar o poder bélico dos EUA e no *ethos* gerencial das grandes corporações ainda era possível encontrar um nível de porosidade suficiente para absorver parte do *ethos* acadêmico (SHAPIN, 2013, p. 214-235), sem deixar de perseguir o lucro. O modelo prevalente ainda era o SLI, que reconhecia que a ciência básica precisava de tempo para desenvolver e os resultados auspiciosos mais cedo ou mais tarde chegariam.

3.2.2 Tempo: um bem escasso que ameaça a incerteza e a serendipidade

Na atualidade, a questão da escassez de tempo para o desenvolvimento da pesquisa básica e pressão para se desenvolver produtos para o mercado competitivo fica mais evidente nas pesquisas ligadas à biotecnologia e no interior da rede de laboratórios de P&D ligadas ao complexo médico-industrial (CAMARGO; MENDONÇA, 2011, p. 7-31) e nos laboratórios de indústrias de produtos de alto consumo. Como muitos já haviam diagnosticado, inclusive Ziman, o desenvolvimento da biotecnologia, com as novidades das pesquisas na área da biologia molecular e a criação nos EUA da lei Bay-Dole, no ano de 1980, que regulamentou o direito de as universidades patentarem as suas descobertas, ajudaram a transformar o tempo em um recurso cada vez mais escasso.

Não são poucos os textos que alertam para os efeitos desse contexto que acaba, entre tantos problemas, colocando a ciência sob certo nível de suspeição. A produção de textos que procuram analisar esse contexto que altera qualitativamente a produção da ciência, no qual cientistas acabam involuntariamente ou deliberadamente realizando má ciência, tem proliferado talvez na mesma proporção que novas drogas são colocadas no mercado. Alguns críticos, como Domingues (2014), apontam os diferentes matizes desse ambiente inóspito para o desenvolvimento de uma ciência que precisa não só de autonomia e liberdade de escolha, mas também de tempo para alcançar resultados consistentes, sintetiza o ambiente dramaticamente. Na passagem a seguir, Domingues descreve a situação em que se encontram quase todos os cientistas independentes do campo de conhecimento que pesquisam. A pressão decorrente do *ethos* gerencial e da necessidade de atender os interesses do mercado e/ou dos acionistas de alguma firma, a oportunidade de descobrir algo que renda benefícios financeiros para a equipe de pesquisa e para a instituição, são fatores de fundo em questão.

Promove a troca da qualidade pela quantidade, a profundidade pela velocidade e o mérito pela performance (índice de impacto). E por toda parte instala o tempo acelerado, mede o talento pelo produto e leva ao produtivismo ou à produção pela produção como valor e atitude. Por outro lado, quanto aos resultados, o taylorismo acarreta o fim da criatividade e da fantasia, trocando a invenção e o risco pelos relatórios e pelo controle, uma consequência é a standardização e a burocratização dos processos, cujos efeitos negativos são lamentados e ao mesmo tempo buscados com insistência e sofreguidão. Outra consequência é o conservadorismo: ninguém arrisca nada; passamos a maior parte do tempo fazendo relatórios, fabricando artigos do que desenvolvendo a pesquisa e cultivando o intelecto (DOMINGUES, 2014, p. 239).

Portanto, as avaliações sobre os efeitos do tempo não são percepções sem objetividade ou especulações filosóficas. Há uma variedade de comprovações empíricas que mostra os efeitos da aceleração do tempo, da pressão para a criação de novas ofertas de produtos ao mercado de massas, produtos que precisam mostrar não ser “mais do mesmo”. São questões com impacto qualitativamente diferente de épocas precedentes e estão para além de supostamente ferir caprichos ou preciosismos estéticos, como o exemplo acima dado pela produção mecanizada de pianos. Atualmente a aceleração, no interior da prática científica, passa a comprometer os seus resultados e colocar em risco não só a confiabilidade desse empreendimento quando a fugacidade passa a implicar nas bases da “racionalidade científica”, mas também expondo seres humanos e todo o ambiente aos riscos de uma má ciência. A biologia e as ciências médicas são aqueles campos mais sensíveis à pressão temporal e que elevam os riscos de se produzir resultados inconsistentes. Inclusive se verifica com certa frequência, no noticiário, de um lado, erros e fraudes cometidas por cientistas e, do outro, representantes de agências governamentais e cientistas fazendo promessas ainda irrealizáveis na tentativa de ganhar apoio popular e financeiro.

A passagem de um regime de descoberta e conhecimento científico, que era disseminado de forma despojada de interesses econômicos, para a atual tendência da tecnociência empresarializada levou a que, desde logo, o domínio tecnológico ganhasse anterioridade e supremacia perante o conhecimento conceitual em áreas em que a enorme complexidade dos problemas não permite caminhar tão depressa como é esperado e exigido pela competição econômica (GARCIA; MARTINS, 2009, p. 90).

A pressão temporal também tem restringido a possibilidade de outro fator que está no interior do desenvolvimento da ciência, a saber, a serendipidade. Na medida em que a racionalidade científica passa a ser mensurada como qualquer outro bem, intensificando a impaciência, a urgência e a ansiedade, se comprime o espaço para o acaso. Este foi um fenômeno que acompanhou a ciência desde os seus primórdios. Outrossim, a história e a filosofia da ciência mostram que quando o cientista, mesmo que relativamente, tem o controle do seu tempo e se mantém afastado de tanta pressão, o espaço para o acaso ou para a serendipidade é maior.

Assim foi com Percy Spencer (1894 – 1970) quando descobriu, por acaso, o efeito calórico das micro-ondas; e com Sir Alexander Fleming (1881-1995), que ao deixar uma placa de petri com uma cultura de *Staphylococcus* abandonada em um canto do seu laboratório verificou, quando teve que arrumar a bagunça do seu laboratório, que a cultura foi atacada pelo fungo da *Penicillium*. Evidente que consideramos que ainda há e haverá espaço para a serendipidade na vida de um laboratório, no entanto, tencionamos salientar que eles se tornam cada vez mais raros. Os exemplos supracitados são úteis para mostrar que eles ocorreram ainda fora de uma racionalidade institucional que não era a que hoje predomina. Em certa medida, o caso do transistor inventado no laboratório da Bell estaria no ponto de transição entre a ciência não instrumental e a instrumental. Atualmente, o conhecimento gerado se submete à lógica produtivista como qualquer outro bem dentro de um sistema de produção.

A aceleração do tempo ou a falta de tempo necessário para o conhecimento florescer tem mobilizado parte da comunidade científica. O *ethos* científico fica ameaçado. Não obstante, ele é constituído por virtudes como rigor no uso dos métodos científicos, pela honestidade, pela humanidade diante do conhecimento, pela busca paciente da “verdade”, pela objetividade e tantas outras virtudes, normas não escritas e valores que o compõe. O tempo insuficiente é como uma espada de Demóstenes na cabeça do cientista. Como se escreveu no manifesto “Slow Science”, publicado em 2010, e divulgado pelo neurocientista do Instituto Max Planck, Jonas Obleser,

a ciência precisa de tempo para pensar. Ciência precisa de tempo para ler, e tempo para falhar. A ciência nem sempre sabe o que pode estar certo apenas agora. Ciência se desenvolve de maneira vacilante, com movimentos bruscos e saltos imprevisíveis para a frente. Ao mesmo tempo, no entanto, arrasta-se por aproximação em escala muito lenta, para a qual deve haver tolerância de maneira que seu resultado seja justo (OBLESER, 2010).

O contexto tem sido tão preocupante que, de maneira incomum, aparecem manifestações de setores do mundo financeiro, que é quem seguramente mais tem se beneficiado desse contexto. Em fevereiro de 2015, o economista-chefe do Banco da Inglaterra, Andrew G. Haldane, realizou uma palestra para alunos da University of East Anglia cujo objetivo principal foi o de mostrar quão importante tem sido a paciência para o desenvolvimento econômico capitalista. Haldane defende a tese de que essa virtude, que tem tornado rara no interior de instituições e mesmo nas relações sociais mais prosaicas, é a fonte primária para o crescimento econômico e enfatiza que quando combinada à inovação econômica pode se obter excelentes resultados socioeconômicos (HALDANE, 2015).

O texto de Haldane (2015), *Growing, Fast and Slow*, combina pesquisa econômica, história da economia, sociologia e psicologia. Entre números e gráficos, se destaca a exposição sobre o impacto da tecnologia da máquina de impressão, do Gutenberg, no século XIV, que influenciou a estrutura cognitiva humana. Segundo ele, com a facilidade de se produzir livros, ocorreu, conseqüentemente, um salto no nível de alfabetização e as pessoas passaram a realizar raciocínios mais profundos, amplos e complexos. Assim, de acordo com essa concepção, bem alinhada ao determinismo tecnológico, a impressão de tipos móveis com a impressão e difusão de livros criou um ciclo virtuoso. Contudo, Haldane manifestou preocupação com as tecnologias atuais e toda impaciência que reina no mundo produtivo. Os equipamentos e a dinâmica para se tomar decisões tendem a comprometer a execução e os resultados das ações. A P&D não fica fora de sua avaliação, ela aparece quando ele crítica o fato de que os gastos nessa área, no Reino Unido, estão estagnados há décadas, mantendo-se no nível de 1% do PIB (HALDANE, 2015, p. 34).

A combinação ou a nova configuração entre tempo e conhecimento tem sido, mesmo com a indiferença de diversos agentes econômicos, sociais e de governos, um ponto de preocupação, sobretudo para a produção científica. As comprovações empíricas são vastas sobre os riscos para o seu funcionamento. Da mesma maneira, que economistas evolucionários viram o quanto a ciência fundamental é imprescindível para a inovação, que economistas neoclássicos reconhecem a importância da paciência, alguns setores da economia já reconhecem a impossibilidade de mudanças ou inovações radicais vicejarem em um ambiente acelerado com ideias tão evanescentes.

Não só cientistas, mas, paradoxalmente, as corporações já identificaram que a tão ambicionada Quarta Revolução “Industrial” não resultará de um ambiente desprovido do conhecimento que exige tempo para ser produzido e de espaço para a incerteza e para a serendipidade. Essas corporações ligadas ao mundo da ciência da computação e da informação já compreenderam a importância que tem o tempo para inovarem tecnologicamente, mas isso não garante de forma alguma que a espada de Demóstenes sairá de cena. As transformações institucionais no mundo dos negócios têm ampliado a “racionalidade limitada” entre acionistas de firmas, governantes que precisam se reproduzir no poder e mesmo do cientista, que não é nenhum ser especial, livre dos mecanismos e ideias para uma ciência instrumental. O fato é que a ciência, em um curto espaço de tempo, tem assumido uma forma que, se assim prosseguir, será radicalmente diferente ao ponto de ser necessário avaliar se ela ainda deve ter o nome dado por William Whewell (1794-1866) (MIGUEL, 2012, p. 15).

3.3 A equivalência entre originalidade e inovação

Entre o momento que Galileu solitariamente dirigiu o seu *perspicillum* para a abóbada celeste e descobriu que a superfície da Lua era acidentada, e aquele em que centenas de pesquisadores confirmaram empiricamente a existência do bóson de Higgs, com o colisor de Hádrons, no CERN, há uma distância temporal superior a quatro séculos. Este evento conseguiu investigar o mundo microscópico, a interação das partículas fundamentais da natureza representadas pela teoria do modelo padrão da física de altas energias, enquanto que aquele contribuiu para o fim da cosmologia aristotélica-ptolomaica e com o avanço da ciência moderna.

Entre esses dois eventos, a ciência passou de uma atividade realizada por filósofos naturais, animados pela curiosidade e pelo interesse em conhecer a natureza, para uma atividade altamente especializada e coletivizada, exigindo elevados investimentos financeiros e intelectuais. A ciência, ao longo desse período, se consolidou de modo a ser uma das principais marcas da cultura Ocidental, impulsionando o desenvolvimento de sociedades da era mercantil, passando pelo industrialismo, com as sociedades de massas, até o mundo globalizado.

À medida que a ciência progredia com seus resultados auspiciosos, crescia a crença na própria ciência e no progresso que dela advinha e, durante um breve período da sua história, ciência e progresso estavam entre os novos dogmas de uma sociedade secularizada. Paralelo às suas realizações ela se institucionalizou, formou o *ethos* científico e estabilizou procedimentos metodológicos, assumidos “universalmente”, que asseguraram coesão entre seus praticantes e credibilidade social.

A ciência, no entanto, como qualquer realização humana, mesmo com o seu *ethos* e “racionalidade”, que lhe conferem um elevado grau de autonomia, nunca deixou de estar engastada na história e de sofrer, em alguns momentos, mudanças silenciosas e, em outros, como nos seus primórdios, mudanças ruidosas. Com a especialização, a ciência foi se tornando uma subcultura esotérica e as mudanças ficaram cada vez mais imperceptíveis para a maioria da sociedade ou, quando visíveis, eram incompreendidas.

Não obstante o seu esoterismo, é possível identificar significativas transformações em seu interior. Muitas delas resultaram de fatores genuinamente endógenos e outras por fatores exógenos. Mas é fato que a complexidade da ciência e da sociedade como um todo dificulta delimitar com precisão a origem das transformações. Mesmo com tantas mudanças, talvez

pelas dificuldades de se encontrar as causas responsáveis, ainda é preservada, entre uma parte considerável da filosofia, a imagem de que a ciência se desenvolve mantendo o equilíbrio entre os seus ideais ou *telos*, a saber, entender os fenômenos, as regularidades e estruturas da natureza (ciência não instrumental) e produzir resultados para o bem-estar social (ciência instrumental). Essa imagem que surgiu no século XVII ainda perdura nos dias atuais e são raras as abordagens filosóficas que, ao analisar as fontes do conhecimento científico, perscrutam a economia da ciência interpretando-a como a fonte de transformações epistêmicas, por exemplo. Esse tipo de pesquisa normalmente fica a cargo da sociologia, dos estudos de ciência e tecnologia ou da própria economia. Para a filosofia da ciência, mesmo aquelas concepções não fundacionalistas, visar às transformações epistêmicas de uma perspectiva da economia da ciência ainda é uma atividade incomum à tradição que elabora metanarrativas dando pouco interesse a essas fontes de mudanças. Por outro lado, muitos dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade tendem a se distanciar de metanarrativas que têm como ponto de partida os valores epistêmicos na relação com a economia da ciência.

A “cultura inovacionista”, no entanto, alimenta a importância de se analisar a imagem tradicional do conjunto da ciência, cuja importância instrumental tem predominado e, por sua vez, as implicações dessa cultura na dimensão dos valores epistêmicos da ciência. Em uma passagem no livro *Interpretar e Intervir*, o filósofo da ciência Ian Hacking afirma que “filósofos da ciência constantemente discutem questões relativas a teorias e representações da realidade, mas raramente dizem alguma coisa a respeito dos experimentos, da tecnologia ou da utilização do conhecimento para alterar o mundo” (HACKING, 2012, p. 235).

Seguindo o espírito dessa passagem, pode-se acrescentar que os filósofos da ciência, para compreender algumas mudanças no interior do corpo do conhecimento científico, sobretudo em sua dimensão epistêmica, deveriam se voltar mais para a economia da ciência, especialmente para aqueles que influenciam os agentes responsáveis pela elaboração das políticas públicas e do conjunto de arranjos institucionais que dá densidade a essa cultura que persegue aceleradamente a produção de artefatos tecnológicos para o desenvolvimento socioeconômico.

No contexto hodierno, no qual a inovação e o conhecimento científico estão no centro dos interesses para o desenvolvimento, é possível postular, a partir da análise de documentos das diretrizes políticas científicas de governos e agências multilaterais, da distribuição dos recursos financeiros entre ciências fundamental e aplicada, além de textos que diagnosticam a implementação e as implicações dessas políticas, bem como das publicações de resultados científicos, que o valor epistêmico *originalidade* sofre substantivas ressignificações.

Esta pesquisa, ainda exploratória, que tem as dificuldades de analisar um fenômeno que está em processo acelerado, evidencia que a “cultura inovacionista”, além de comprometer um dos ideais da ciência – o não instrumental –, impacta radicalmente a epistemologia científica. Tem-se evidenciado que o valor epistêmico *originalidade*, no interior de diferentes comunidades e áreas científicas, de instituições públicas e privadas, assume equivalência operacional e axiológica ao conceito *inovação*. Consequentemente, em termos mais diretos, *inovação* e *originalidade* passam a ser, de acordo com a teoria do SNI, conceitos indistinguíveis. Não é possível afirmar que a transformação do valor epistêmico *originalidade* ocorre em toda a prática científica, mas é visível que em várias áreas da ciência essa equivalência se estabeleceu. Diferentes comunidades científicas desenvolvem seus programas tendo como principal meta alcançar os objetivos definidos nas agendas de firmas e governos, justificadas pela teoria do SNI.

As pesquisas feitas até aqui, mesmo sem uma base empírica constituída por estudos de caso e com a aplicação de uma pesquisa de sociologia comparada, formam um conjunto de informações e sugere que se possa afirmar que naquelas comunidades científicas, cujo *ethos* gerencial as organiza, apreendem o conceito *inovação* como um valor epistêmico preferencial. Ou seja, diante de alegações concorrentes, cientistas lançam mão do conceito *inovação* – no sentido atribuído por Schumpeter e pelos economistas evolucionários – como critério de escolha entre alegações concorrentes.

Essa equivalência não se reduz apenas ao simples enriquecimento do léxico epistêmico ou de simples sinônimos. Em sua dimensão semântica, cada um desses conceitos traz consigo uma carga de significados bem delimitada quando aplicada em suas redes de relações e significados. Aquela caracterização de alegações originais apresentada neste capítulo perde sentido. Pois parte considerável do empreendimento de cientistas que atuam seja em instituições públicas, universidades ou em laboratórios de P&D de firmas se voltam para os interesses econômicos ou políticos. Diante de teorias concorrentes a opção passa a ser não para a que for mais fecunda ou original, que altere visões ontológicas ou que tenha como principal fundamento a ampliação do conhecimento sem motivações apriorísticas ou pragmáticas sobre determinado fenômeno. Tudo isso passa a figurar como epifenômenos da investigação se não forem determinantes para resultar em bens ou produtos inovadores. Portanto, o valor *originalidade* passa a perder a sua importância quando a prioridade é garantir que determinada descoberta ou invenção gere patentes ou “licença intelectual”.

A consequência dessa equivalência operacional e axiológica se reflete nos resultados públicos das pesquisas. É notável, ao se pesquisar em periódicos, a quantidade de artigos

científicos que apresentam resultados que se encaixam dentro dos preceitos do SNI ou de uma “cultura inovacionista”. Muitas das pesquisas publicadas, mesmo sem explicitar, podem ser caracterizadas como pesquisas ‘fundamentais orientadas’ ou aplicadas. As publicações de pesquisas com a característica de uma ciência não instrumental, que normalmente são da física de altas energias, da física teórica, da cosmologia e da astronomia, ocupam menos espaço. Ainda assim, como já mencionado, muitas delas estão vinculadas à indústria de produção de equipamentos de alta tecnologia e, mesmo assim, os investimentos financeiros nessas áreas têm decrescido (FNS, 2014).

Além das implicações epistêmicas, com a ameaça do “pluralismo metodológico” no interior da ciência, do lado de fora se vive o perigo de se ter um mundo pobre cognitivamente e uma forte ameaça ao “pluralismo cultural” (FEYERABEND, 2010; ARAÚJO, 2012). A tendência é do empreendimento científico não ser mais um dos principais aliados, para ajudar a espécie humana a responder questões existenciais fundamentais. Cada vez mais a prática científica passa a se ajustar às determinações e às agendas interessadas em inovações tecnológicas, na produção de artefatos e manufaturas.

Programas de pesquisas e métodos que procuram investigar fenômenos e entidades que não se enquadram em tais programas de pesquisa ficam marginalizados ou mesmo inviabilizados. Com isso, a perspectiva é a de que pressupostos ontológicos e cosmovisões ficam mais homogêneos adequados ao inovacionismo reinante. Aumentam as ameaças sobre posições divergentes que não alimentam ou dinamizam os propósitos de uma sociedade inovacionista, que baseia o desenvolvimento socioeconômico no consumo em grande escala.

O ambiente institucional da ciência que se subsume dentro da “cultura inovacionista”, além de restringir a liberdade e autonomia do cientista escolher o problema que deseja investigar, de limitar drasticamente o livre círculo de comunicação e debate entre os cientistas, em virtude do segredo intelectual, limita o tempo livre e necessário para o desenvolvimento da pesquisa. Todo esse contexto forma um cenário problemático para qualquer pesquisa que pretenda ampliar a compreensão a respeito dos fundamentos dos fenômenos da natureza. Elimina a possibilidade, dentro de uma perspectiva de um ciclo histórico longo, de ocorrer alegações originais capazes de estabelecer novos “paradigmas” ou novos programas de pesquisa.

Vive-se um ambiente intelectual que limita a função social da ciência que, nos termos de Ziman, pode ajudar a enriquecer ou construir novos “mapas” que ampliem a compreensão humana a respeito da natureza e possibilitar que as relações interpessoais sejam menos dolorosa, com regras de procedimentos mais ricas. Nesse sentido, a ciência fica cada vez mais

distante de desenvolver o objetivo que a impulsionou desde a sua fundação e que foi defendido por inumeráveis filósofos como Popper, Kuhn e cientistas-filósofos como Bohm e Ziman, que foram destacados nesta dissertação. O impacto no critério de escolha de alegações concorrentes, como originalidade, que passa a ter equivalência à inovação, contribui para o esmaecimento de um dos ideais da ciência. Essa equivalência exige a necessidade de uma investigação mais abrangente que colabore criticamente para a atualização daquela imagem de uma ciência que compatibiliza objetivos pragmáticos com objetivos “desinteressados”, conforme o programa científico defendido por Bacon.

Outra consequência dessa equivalência está na dimensão formativa dos futuros cientistas. O ambiente institucional “pós-acadêmico” ganha mais força e os futuros cientistas passam a ser treinados tendo como referência a importância de se gerar alegações com impacto socioeconômico. A ciência passa a ser interessante mais pelos resultados materiais que poderá resultar e menos pelos seus efeitos de suprir o desejo constitutivo da psicologia humana de, simplesmente por curiosidade, vaidade ou mesmo obsessão, conhecer os fenômenos da natureza. Com isso, as virtudes epistêmicas, que são assumidas pelos futuros cientistas durante o processo de formação, tendem também a sofrer profundas alterações. A originalidade, em seu sentido tradicional, que conta também com a disposição individual do cientista em perseguir algo que se diferencie do que já está estabelecido, adquire outro sentido. Originalidade, nesse ambiente de alta industrialização e consumo, em que há a necessidade de atender problemas sociais de vieses políticos, assume um novo sentido. O ambiente cultural é o de colocar as pesquisas científicas vinculadas aos resultados de aplicação pragmática. Logo, o quadro leva para a perda de sentido a adoção de uma distinção entre os conceitos inovação e originalidade.

3.4 Originalidade e o desenvolvimento da ciência

Da mesma maneira que, segundo o pressuposto de Schumpeter, a inovação é a fonte primária responsável pelo desenvolvimento do capitalismo, pode-se afirmar que originalidade é um fenômeno necessário para o avanço da ciência não instrumental. Sem alegações originais, que inclusive impactam a ciência instrumental, a tendência é que, em longo prazo, aquilo que Schumpeter temia ver ocorrer nas firmas ocorrerá no conjunto do empreendimento científico. Para Schumpeter, as transformações institucionais ocorridas no final da primeira

metade do século XX, como por exemplo a abertura do capital das firmas e a profissionalização e coletivização da ciência, seriam as principais responsáveis pelo fim do empreendedor inovador. Olhando para como as ciências da vida e da natureza têm se desenvolvido, é possível traçar um prognóstico análogo ao do economista austríaco. Se a marcha inovacionista prosseguir da maneira atual, certamente a humanidade terá uma ciência extremamente limitada, como uma música monocórdia. Portanto, pode-se destacar que alegações originais são necessárias para o desenvolvimento da ciência da mesma forma que a inovação é necessária para garantir a dinâmica capitalista, segundo o pressuposto de Schumpeter. Dessa maneira, os conceitos inovação e originalidade se equivalem, mas apenas funcionalmente. No aspecto axiológico se inserem em diferentes domínios da estrutura social.

Nesse caso, a comparação tem um sentido abrangente, pois, por mais que a teoria do SNI critique o SLI, a ciência fundamental cumpre um papel decisivo para transformações radicais, tanto para compreender o “como?”, quanto para alimentar o trabalho da ciência aplicada e o desenvolvimento de produtos. Ou seja, os efeitos serão negativos também para a própria “cultura inovacionista”, quando, sem o impulso da ciência fundamental, as inovações serão defensivas ou incrementais. O estudo de caso apresentado na seção 3.2.1, sobre o transistor dos Laboratórios da Bell, é um exemplo da importância da ciência fundamental. Para o desenvolvimento daquele artefato, os avanços da mecânica quântica e a compreensão da estrutura do silício foram determinantes para o sucesso da pesquisa.

O atual contexto acaba ameaçando não só a ciência, mas alguns fundamentos dos próprios teóricos evolucionários da inovação, que mais influenciam os policy maker. Estes economistas inspirados em Schumpeter parece que não contaram com avanço das inovações institucionais do mercado financeiro e da força do ideário dos economistas neoclássicos ou, também conhecidos, como ortodoxos, cujo principal fundamento é o livre “mercado” (CARLOTTO, 2013, p. 86)⁴⁵. Essa hibridização entre fundamentos teóricos de economistas evolucionários e os ortodoxos criam um ambiente nas culturas material e intelectual, que

⁴⁵ A autora menciona uma longa nota sobre a disputa teórica e política entre economistas neoclássicos e evolucionários. “[...] Sharif, na sua pesquisa sobre a OCDE, mostra como François Chesnais havia percebido que no princípio dos anos de 1980, quando o mundo se movia em direção à globalização e à abertura econômica, a OCDE ainda não tinha total clareza quanto ao significado desses processos e duas linhas de recomendação política passaram a desenvolver-se paralelamente dentro da organização: uma, de viés neoclássico, era uma teoria ortodoxa do comércio, cuja principal recomendação política era a redução dos “custos dos salários”. Outra, ligada ao *Department of Science, Technology and Industry*, coordenado pelo próprio Chesnais, em parceria com Lundvall, Freeman, entre outros institucionalistas, afirmava que a competitividade era um fenômeno social holístico, baseado em um conjunto tão amplo de fatores que o certo seria falar em competitividade estrutural. Assim, o conceito de “Sistema Nacional de Inovação” tinha, sobretudo, um sentido político: a ideia de sistema referia-se a esse conjunto complexo de *elementos sociais*, enquanto a ideia de nacional vinha enfatizar o *papel do Estado* em um contexto em que ele estava sendo considerado morto ou inócuo (cf. SHARIF, 2006, p. 753)”.

produz um desequilíbrio no corpo da ciência, cuja “face” instrumental passa a ter um peso bastante superior à “face” não instrumental.

Essa “cultura inovacionista” hegemônica se adequa metaforicamente à força da fábula Atlântida, escrita por Francis Bacon (2005) que, no conteúdo desse texto, expôs o seu programa científico, no qual o conhecimento dos “segredos da natureza” serviria para promover o bem-estar humano. Só que contemporaneamente, com o desequilíbrio que se acentua progressivamente, entre ciência não instrumental e instrumental, e parece não ter fim, a curto prazo, o mundo lembrará uma “Casa de Salomão” bem pobre. Na fábula de Bacon, a “Casa de Salomão” é o local onde a finalidade é a de “conhecer as causas e os segredos dos movimentos das coisas e a ampliação dos limites do império humano para a realização de todas as coisas que forem possíveis” (BACON, 2005, p. 245) se desenvolvia tendo como regra o equilíbrio entre os dois principais *telos* que formam a nova ciência. Nos tempos que correm poderia se pensar em uma Atlântida que na entrada estaria afixada no pórtico uma placa grafada a seguinte locução em língua franca: “*Science, just for bussines*”. A ciência com o ideal de ampliar o conhecimento sobre a natureza, que se desenvolveu com ideias originais, está em vias de se tornar uma bizarrice da tradição.

Análises como as de Ziman, nesse ambiente, parecem assumir ares quixotescos diante do avanço avassalador do pragmatismo científico e da nova mentalidade que vai se formando entre os novos cientistas que ingressam na comunidade científica, que o espírito vocacionado fica anêmico e dá lugar ao estado de espírito utilitarista.

A ciência e a tecnologia exercem uma influência crescente na sociedade moderna. Mas aquilo que ganham em influencia material tem de ser comparado com algumas perdas espirituais significativas. Os cientistas desejam realizações técnicas cada vez mais excitantes. Mas o que acontecerá se as pessoas, em tempo difíceis, perderem a confiança na sua imparcialidade e sabedoria (ZIMAN *in* GIL, 1999, p. 450)

Na passagem supracitada, Ziman argutamente aponta a sua crítica para o prejuízo que o utilitarismo pode causar para a racionalidade científica, quando esta ainda é uma realização social digna de crédito. Para muitos outros domínios da vida, a racionalidade científica serve de paradigma para se enfrentar controvérsias. A ciência, ao menos como ideal, é o resultado de um projeto societário que se orientou pelo exercício da razão, da autonomia e liberdade de opinião e por valores humanistas. A ciência seria um dos melhores resultados do projeto Humanista que depois ganhou mais densidade com o Iluminismo. Mas com as transformações em curso, parece que uma das principais realizações desse projeto está ameaçada. No meio do avanço de posições religiosas dogmáticas que passam a ocupar espaço no sistema político, com as instituições do sistema político representativo em descrédito em todo o Ocidente,

constantemente lutando sectárias entre grupos religiosos que assumem dimensões expressivas, seria razoável considerar a ciência uma importante trincheira da racionalidade. Ainda é um dos poucos espaços do projeto racionalista que tem uma considerável credibilidade na sociedade e os integrantes da sociedade científica preservam normas e métodos que os mantêm integrados. Mas como é possível prever que o estímulo à curiosidade, a procura pela “verdade”, a vontade de experimentar e observar acuradamente e tantas outras normas e métodos que sustentam a racionalidade científica se manterão? São esses elementos que ajudam a constituir mecanismos que colaboram para inibir a tirania e o cientificismo e servem, ao menos como ideias reguladoras, para se perseguir uma sociedade pluralista culturalmente. Portanto, como garantir que a ciência pode ainda se manter como uma dimensão social digna de confiança e ser um dos meios que contribua para melhorar as condições de vida da espécie humana integrada à natureza?

Outro fenômeno preocupante, que deriva dessas transformações ligadas à inovação, é o da ciência se afastar da natureza. A ciência integrada à “cultura inovacionista” tende a priorizar investigações para o aprimoramento daquilo que compõem produtos e equipamentos e muitos fenômenos naturais deixam de ser pesquisados. Quando a ciência se volta para a natureza é para dela encontrar os meios para transformá-la em fonte de desenvolvimento socioeconômico. São raras as áreas que não se integram diretamente a esse circuito. Pesquisas como as que investigam o fenômeno da relação entre a neblina presente em uma vegetação de uma floresta tropical, tecnicamente conhecida como montana nebulosa, e a formação das nascentes, passam a entrar na lista das exceções. Principalmente se se leva em consideração que ela resultou da conversa do biólogo pesquisador e um “nativo” da região, quando aquele parou em um córrego e conversou sobre a respeito da ótima qualidade da água. O “nativo”, com a sua experiência e sabedoria apresentou as razões da água ter aquela excelente qualidade (FAPESP, 2013, p. 35-37). A prevalência é de se “ir à natureza” para estudar algo com potencial de resultar em avanços tecnológicos que dinamizem a economia do país. Como é o caso de uma variedade de pesquisas no campo da biologia e na física da matéria sólida. Investigar melhor o comportamento do grafeno em campo eletromagnético, saber mais sobre os complexos mecanismos de defesa de uma célula, entender os fenômenos físico-químicos de determinadas combinações de ingredientes alimentares estão entre as prioridades, enquanto que as pesquisas não instrumentais ficam, na maioria dos casos, em uma posição bastante inferior.

Esse comportamento, além dos impactos epistêmicos nas ciências da vida e da natureza, acarreta implicações existenciais. Já é sabido das diferentes críticas que se

avolumaram sobre o divórcio entre a ciência e a natureza, naquele sentido de que a ciência moderna dividiu o mundo em dois, a saber, o mundo da qualidade e da percepção sensorial, de um lado e, do outro, o mundo da quantidade e da geometria reificada (KOYRÉ *in* COHEN, p. 100). Com isso, a ciência pouco contribuiria para responder os enigmas existências ligados ao mundo subjetivo. No estágio atual, com o avanço da ciência pragmática, a natureza e as questões existenciais humanas ficam mais distante do seu escopo. A preocupação é com a eficiência, com a maximização das capacidades da natureza, com o aperfeiçoamento e a criação de novos equipamentos.

Mesmo levando em conta as diferenças regionais e de como cada país desenvolve suas políticas científicas ou se integra ao SNI, pode-se afirmar, a partir da análise dos países de economias de alta renda, que, nesse contexto, o ideal da ciência não instrumental encontra-se em seu estertor.

O falibilismo da razão humana impossibilita prever se esse contexto se alterará e se algum equilíbrio entre ciência instrumental e não instrumental se consumará algum dia. Mas o que há tem uma presença forte o bastante para considerar que o mito de Janus, apresentado no início desta dissertação, não é adequado para representar metaforicamente a ciência contemporânea. Esta valoriza o *telos* instrumental, que subordina a ciência aos propósitos do avanço técnico e tecnológico, e transforma o sentido da aplicação de valores epistêmicos como originalidade, colocando-o, no mínimo, em uma posição equivalente à da inovação.

3.5 As consequências do SNI para a ciência

Destaca-se na conclusão deste último capítulo que a teoria do SNI, mesmo sendo implementada de diferentes maneiras pelos governos e firmas que a adotam, provoca consequências em várias dimensões da prática científica, sejam elas epistêmicas ou de objetivos. Uma das consequências analisadas foi sobre os valores epistêmicos, sobretudo o valor originalidade que é essencial para o avanço da ciência não instrumental. Teorias ou hipóteses originais são capazes de modificar ontologias e pressupostos metafísicos, no entanto, dentro do ambiente ideológico que valoriza a importância da criação de produtos e artefatos tecnologicamente inovadores, o termo originalidade sofre modificações em seu sentido.

Ao se analisar estudos históricos, sociológicos, econômicos e alguns resultados científicos, é possível postular que atualmente originalidade assume equivalência operacional e axiológica à inovação. E mesmo reconhecendo a necessidade de estudos aprofundados, com aplicação de métodos da antropologia da ciência e da sociologia, o material analisado nesta pesquisa é suficiente para identificar que inovação, em determinados contextos, é critério de avaliação para definir a escolha de alegações científicas concorrentes. Esse novo sentido e aplicação para originalidade coloca toda a ciência subordinada à racionalidade econômica e aos interesses sociopolíticos.

Tem-se produzido um desequilíbrio entre o interesse da sociedade e de instituições públicas e privadas pelo desenvolvimento da ciência não instrumental. Além do fato de que esse desequilíbrio altera a estrutura dos valores epistêmicos, ele também tende a afetar o próprio trabalho da filosofia da ciência. Esta é pressionada, pois com a “cultura inovacionista”, que destaca a importância do conhecimento científico para gerar inovações, a imagem tradicional, que representava a ciência como um corpo de conhecimento com as suas partes em equilíbrio, se mostra inadequada.

Na atualidade, as teorias da economia da ciência, sobretudo a corrente evolucionária que se inspirou no conceito de inovação de Schumpeter, que tanto influenciam os formuladores de políticas científica nos governos, nas agências multilaterais e nas firmas precisam ser mais exploradas pela filosofia da ciência com o auxílio de outros campos que desempenham o trabalho de investigar a produção do conhecimento científico.

Com tantas mudanças, fica mais difícil esperar que a ciência cumpra as expectativas de muitos cientistas e filósofos que identificavam nela a possibilidade de, além de ampliar a compreensão sobre natureza, elucidar ou responder questões existenciais fundamentais que perseguem a espécie humana. Essa posição que considera a ciência muito mais do que uma prática humana capaz de compreender fenômenos e alterar as condições materiais do mundo, foi defendida de maneira corajosa e inteligente por tantos filósofos e cientistas, alguns deles apresentados neste capítulo. Para eles, a ciência gera um forte impacto na cultura intelectual, contribuindo na formação de uma inteligência ética, calcada em valores humanistas que ajudaram a impulsionar o surgimento da própria ciência.

Com a subordinação de toda a ciência à técnica e à tecnologia, colocada sobre a pressão para se produzir resultados pragmáticos, essa tarefa, ao menos por ora, parece irrealizável. Entre tantos constrangimentos e transformações, a ciência parece se metamorfosear de tal modo que, se assim prosseguir, será uma atividade completamente diferente de quando, no século XIX, foi fundamental para o desenvolvimento da técnica dos

interesses econômicos. Naquele período, quando a ciência entrava nas firmas para aperfeiçoar os meios de produção e ajudar na criação de produtos para o mercado, ainda havia espaço para o desenvolvimento da ciência não instrumental dentro de universidades, institutos de pesquisa e até mesmo em alguns laboratórios de P&D de grandes firmas. Mesmo com a profissionalização e coletivização da prática científica, ainda era possível ver o avanço da “ciência acadêmica”.

Após a Segunda Guerra Mundial, o avanço de tecnologias eletrônicas, as transformações políticas e a concorrência intensificada entre corporações, o espaço para a ciência não instrumental foi ficando cada vez menor. Atualmente, o ambiente intelectual traz consequências que extrapolam as questões econômicas. Já é possível perceber que os novos cientistas que se engajam nessa empreitada são motivados pela possibilidade de gerar novas tecnologias. Passam a carregar em suas estruturas cognitivas motivações bem diferentes daquelas que eram obtidas pela simples satisfação de saber que estaria contribuindo para a ampliação do conhecimento humano a respeito da natureza.

O envolvimento com a atividade científica de pessoas vocacionadas estimuladas pela satisfação de conhecer independentemente dos resultados que o conhecimento possa produzir, parece estar fadado à extinção. Quanto mais se reduz o espaço para o desenvolvimento da ciência não instrumental, menor é o número de cientistas vocacionados engajados em pesquisas “desinteressadas”.

O ambiente mental é o de se ter uma quantidade expressiva de cientistas perseguindo alegações inovadoras – no sentido dado por Schumpeter e pelos teóricos da inovação – e um número inexpressivo de cientistas perseguindo alegações originais como esperavam, sem deixar de reconhecer a relevância da “ciência industrial”, Popper, Kuhn, Ziman, Bohm e tantos outros. Esses filósofos e cientistas-filósofos, além de apontarem os equívocos da filosofia da ciência fundacionalista, se orientaram pelos fundadores da ciência moderna que esperavam dela muito mais que resultados pragmáticos.

CONCLUSÃO

Cada capítulo desta dissertação foi finalizado com conclusões parciais. Portanto, o objetivo desta conclusão final é o de recapitular aqueles pontos que reforçam a tese principal defendida nesta pesquisa, já apresentada no terceiro capítulo, expor propostas e sugestões para pesquisas futuras e, por fim, apontar concepções que se relacionam com teorias e pesquisas existentes.

No primeiro capítulo, foi mostrado que uma das referências na fundação da ciência moderna foi o programa de pesquisa de Francis Bacon, que pressupunha que o trabalho dos filósofos naturais deveria ser impulsionado pelo interesse de compreender os fenômenos da natureza e, dessa compreensão, promover o bem-estar social. Por essa razão, optou-se por utilizar o mito de Janos como uma metáfora capaz de representar a imagem do empreendimento científico. Ainda nesse capítulo, se enfatizou que o desenvolvimento da ciência moderna ocorreu em meio a disputas entre diferentes programas de pesquisas. Cada um desses programas assentava-se sobre pressupostos metafísicos e ontológicos diferentes. Mas essa disputa ocorria dentro de regras de procedimentos que afastavam os riscos dos resultados das investigações serem construídos de acordo com a volição de cada filósofo natural. Todo o trabalho era o de alcançar a verdade, independente do humor e do interesse pessoal de quem realizava a pesquisa. Observar, experimentar, mensurar, demonstrar, reproduzir, representar em notações matemáticas, construir instrumentos e ambientes controlados, tudo isso fazia parte de um conjunto de procedimentos necessários para assegurar a objetividade da pesquisa e encontrar a verdade da natureza. Ao longo do trabalho dos filósofos naturais se estruturava o *ethos* científico – normas, valores e virtudes epistêmicas – e a comunidade de novos cientistas criava espaço autônomo – associações, academias, etc – para apresentarem suas pesquisas e realizarem suas discussões para o refinamento dos resultados obtidos.

Também foi colocado em destaque que, durante um longo período, ao menos entre o século XVII até a metade do século XIX, ciência e técnica mantinham-se como corpos de conhecimento com relativa independência entre si. Mesmo que se reconheça na história da ciência o quanto esses dois domínios se integravam, deve-se considerar que a técnica foi muito importante para o desenvolvimento da ciência, enquanto que aquela se desenvolvia autonomamente e independente desta. Já o mesmo não ocorreu com a ciência que, na área da astronomia, por exemplo, contou com o avanço da técnica da óptica. Seguindo as ideias de

Kuhn, considerou-se que a tecnociência ou o programa baconiano só veio a se consumir no século XIX, quando as condições institucionais para a formação e treino de cientistas e o conhecimento sobre determinados fenômenos se estabilizaram. Entre essas mudanças e disputas de pressupostos, teorias e ontologias a respeito da melhor representação dos fenômenos da natureza nunca deixaram de surgir alegações originais. Numa visada retrospectiva, dentro de um ciclo histórico longo, é possível identificar com facilidade o quanto hipóteses, teorias e leis originais e fecundas foram determinantes para a ciência avançar. Certamente sem resultados originais a ciência teria se desenvolvido muito pouco.

No segundo capítulo, tencionou se mostrar o quanto, após o amadurecimento de ciências como a química, a termodinâmica e o eletromagnetismo a relação entre ciência e técnica se consumou. Com isso, o industrialismo avançou e a ciência se tornou um conhecimento importante para o desenvolvimento dos meios de produção das firmas, na criação de produtos para serem inseridos no mercado consumidor que ampliava a sua escala. Dessa maneira, as empresas, no final do século XIX e início do século XX, criam laboratórios de pesquisas para o desenvolvimento de produtos. A ciência passou também a ser estratégica para a política e para a guerra. Passadas duas Grandes Guerras, os governos viram na ciência a possibilidade de se ampliar a capacidade bélica e econômica. Definitivamente, após a Segunda Grande Guerra, a ciência passou a ocupar uma função estratégica dentro da sociedade. A partir desse período se intensificou o nível de profissionalização de cientistas, universidades e institutos públicos de pesquisa foram ampliados, e as empresas fortaleceram seus centros de P&D.

Em paralelo a essa nova importância que a tecnociência adquiria, economistas e outras especialidades analisavam os momentos de crise e de prosperidade da sociedade capitalista. Entre os grandes analistas, esteve o economista austríaco Schumpeter, especialmente o seu conceito de inovação. Opondo-se às concepções dominantes, como os economistas neoclássicos da sua época, Schumpeter postulará que a inovação, efetivada pelo empresário empreendedor, é a principal fonte responsável pelo dinamismo do capitalismo. Ao contrário da interpretação de muitos economistas, a inovação não decorre do progresso econômico. Para o economista austríaco é justamente o contrário – o progresso econômico decorre da inovação, da capacidade das firmas colocarem no mercado seus produtos, de aperfeiçoarem seus meios de produção, de descobrirem novas fontes de matéria-prima ou qualquer outro insumo que coloque a firma em vantagem frente aos concorrentes que dinamizam as sociedades capitalistas.

Após a Segunda Guerra, quando o modelo do SLI se tornou a principal referência para o desenvolvimento de produtos em vários países do mundo, as ideias de Schumpeter foram atualizadas e complementadas pelos economistas evolucionários. A partir daí, esses economistas passaram a questionar o SLI idealizado pelo engenheiro Bush. A inovação não poderia ser uma consequência linear da ciência fundamental. Para os evolucionários, era preciso considerar a prática da ciência em outros termos, dentro de um sistema de instituições mais amplo. O conhecimento científico passa a ser capital e deve estar submetido a análises de maximização dos seus resultados dentro do *ethos* gerencial da “ciência industrial” que avançava.

Nesse processo de mudanças, em que ao mesmo tempo a ciência avançava na área da eletroeletrônica, na biologia, nas ciências da informação e computação, governos e agências multilaterais como a OCDE passaram a assumir e a investigar as críticas apresentadas pelos economistas evolucionários. Diversos documentos foram sendo produzidos para analisar os investimentos que os países membros realizavam em ciência e quais eram os retornos efetivos desses investimentos. À medida que essas pesquisas avançavam ou eram aperfeiçoadas, os economistas evolucionários que criaram a teoria do SNI ganhavam mais espaço e capacidade de influenciar nas diretrizes das políticas públicas de ciência.

A inovação e o conhecimento necessário para ela ser viabilizada tornam-se fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico dos países capitalistas. Todos os esforços, no campo da economia, eram integrar coordenadamente instituições de pesquisa, universidades, firmas e governos para garantir recursos financeiros e humanos que pudessem produzir bens e produtos inovadores tecnologicamente. A UE, a OCDE e os EUA passaram a definir com mais rigor a agenda de pesquisa. Os recursos passaram a ser mais orientados para estudos que avançassem naquela pauta que se vinculava aos interesses socioeconômicos ou mesmo aos exclusivamente econômicos.

Esse ambiente constituiu uma “cultura inovacionista” que acabou provocando um forte desequilíbrio entre a prática da ciência não instrumental e a ciência instrumental. Os recursos e toda a cultura intelectual começam a fortalecer a ideia de que a ciência deve sempre estar a serviço dos interesses pragmáticos da economia ou do interesse público. A distinção entre ciência fundamental e aplicada continua sendo importante para a teoria do SNI, no entanto a “racionalidade econômica” pressiona o sistema e parte significativa da ciência não instrumental é orientada e integrada ao circuito da inovação tecnológica.

As empresas investem menos em ciência fundamental, os governos ajustam as legislações para as universidades poderem negociar suas descobertas científicas, o segredo

intelectual dificulta a comunicação pública entre os cientistas e as agências governamentais investem menos em ciência fundamental e mais em ciência aplicada. A aparição de hipóteses originais, o desenvolvimento de pesquisas fora da agenda determinada pelos governos, a liberdade para o cientista escolher o que deseja pesquisar fica cada vez mais difícil de acontecer. O *ethos* gerencial e a pesquisa cada vez mais coletivizada retira a importância da “ciência acadêmica”, que seguia o modelo disciplinar do cientista individual, que apresentava e discutia sua pesquisa com seus pares.

No último capítulo, com o apoio de estudos realizados por Kuhn, Popper, Ziman e Bohm destacou-se a importância de se obter teorias originais. Resumidamente foram revisados os principais valores epistêmicos e o quanto são determinantes para a escolha de alegações concorrentes. Destacou-se o quanto na contemporaneidade a necessidade de atender a urgência do mercado ou das necessidades políticas compromete o tempo necessário para a realização de pesquisa, fato que compromete a confiança da sociedade na ciência, pois tem sido recorrente a divulgação da “má ciência”.

Concluindo o terceiro capítulo, foi apresentada a tese de que o valor epistêmico *originalidade* assumiu equivalência funcional e axiológica ao conceito *inovação*. Em termos mais diretos, *inovação* e *originalidade* passam a ser, de acordo com a teoria do SNI, conceitos indistinguíveis. Uma possível distinção entre originalidade – no campo da ciência não instrumental – e inovação – no sentido econômico – parece perder sentido. Quando muitos se deparam com alegações concorrentes, a tendência é se optar por hipóteses ou teorias originais mais adequadas ao ideário inovacionista dos tempos que correm. Os estudos feitos até aqui, que indiscutivelmente precisam ser aprofundados, são suficientes para inferir que, em determinadas circunstâncias, inovação se transforma no principal critério de escolha entre alegações concorrentes, ou seja, se transforma em um novo valor epistêmico.

Para se avançar mais nesse estudo sobre as implicações da “cultura inovacionista” na ciência deveria se explorar mais especulações da filosofia da ciência e especulações e estudos empíricos econômicos. Da economia, seria importante se deter naqueles estudos realizados pelos economistas evolucionários a respeito da economia da ciência e pesquisar o quanto os economistas de correntes ortodoxas ou neoclássicas têm influenciado nas teorias da economia da ciência e na elaboração das políticas científicas. Na filosofia da ciência, analisar as consequências dessas mudanças no interior da ciência à luz do pluralismo metodológico e desenvolvido pelo filósofo da ciência Paul Feyerabend.

Evidente que, pelas próprias características da limitada inteligência humana e principalmente se tratando de uma sociedade complexa com infindáveis possibilidades de

combinações e interações entre uma variedade de agentes, nunca é possível prognosticar o futuro com segurança. No entanto, com os dados disponíveis, quando valores epistêmicos como originalidade estão sendo ressignificados, o ideal da ciência não instrumental perde força e cada vez mais é disponibilizado menos tempo para pesquisas que *a priori* não demonstram nenhuma possibilidade de ser aplicadas ou servir para o desenvolvimento de produtos inovadores.

As implicações da teoria do SNI, combinada com o ideário da economia de livre mercado, abala todo o sistema de produção científica, ao ponto de se gerar um forte desequilíbrio entre a ciência instrumental e a não instrumental. No fundo, todas essas mudanças colocam em risco o desenvolvimento da própria ciência e até mesmo o desenvolvimento socioeconômico, como muitos economistas evolucionários reconhecem, já que para estes a ciência fundamental não perdeu a sua importância para a criação de produtos com características inovadora radicais. Os estudos e pesquisas qualitativas mostram que tanto as grandes corporações quanto os governos estão reduzindo o investimento em ciência fundamental. Evidenciam que as firmas investem em ciência aplicada e desenvolvimento, gerando inovações incrementais, e que governos investem em ciência fundamental orientada, que se insere no circuito econômico. A fatia do orçamento público para pesquisa fundamental “desinteressada” é cada vez menor.

Esse contexto, além de interferir diretamente na produção da ciência, cria um ambiente mental que tira a energia e o ânimo psicológico para se formar cientistas vocacionados. O ambiente passa a estimular o interesse por resultados científicos que adicionem novas tecnologias à sociedade. Aquelas motivações ainda indecifráveis para a psicologia da ciência, como a de conhecer pelo simples prazer de se conhecer, se esvaem.

Inovação em si não é um problema, como já foi exposto nesta dissertação, é um fenômeno que sempre acompanhou a humanidade. Torna-se problemático e temerário quando a ciência se restringe a atender os interesses socioeconômicos. Quando isso ocorre, a própria estrutura da ciência é impactada como é o caso do valor epistêmico originalidade. Este passa a ter, como demonstrado, equivalência funcional e axiológica, seguindo a lógica da “racionalidade econômica” comprometendo um dos ideais da ciência e ameaçando sua credibilidade.

Para finalizar, como sugestões para a continuidade desta pesquisa, merecem destaques as seguintes questões: (1) realizar estudos de caso, com a aplicação de técnicas da antropologia e da sociologia; (2) investigar os contextos regionais que assumem as orientações do SNI e como estas impactam a prática científica. Deve-se ressaltar que esta

pesquisa, ao tratar de um fenômeno bem atual, quando o conhecimento científico transforma-se em uma das principais fontes para o avanço socioeconômico com consequências radicais na “racionalidade científica”, a economia da ciência foi uma área importante para entender essas transformações radicais. Mesmo dando destaque à ressignificação do valor epistêmico originalidade, um trabalho típico da filosofia da ciência, entender a “racionalidade econômica”, sobretudo daquela parte que tem mais impactado a ciência, mostrou-se imprescindível para o desenvolvimento deste trabalho. Com isso, pode-se considerar como efeito colateral desta pesquisa que a filosofia da ciência precisa dar mais atenção a uma área do conhecimento – economia da ciência – que normalmente só é abordada pela sociologia ou antropologia da ciência.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, Paulo César Coelho. **Imagens da natureza, imagens da ciência**. Campinas: Papirus, 1998.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta e. Ideias Fundadoras. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, jan./jun. 2004.

ANDERSON, Perry. **Linhagens do estado absolutista**. Tradução de João Roberto Martins Filho. São Paulo: Brasiliense, 2004.

ARAÚJO, Priscila Silva. Feyerabend e o pluralismo. In: VIDEIRA, Antonio Augusto Passos (Org.). **Perspectivas Contemporâneas em Filosofia da Ciência**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012, pp. 131-164 .

BACON, Francis. **Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**. Tradução de José Aluysio Reis de Andrade. São Paulo: Nova Cultural, 2005.

_____. **O progresso do conhecimento**. Tradução de Raul Fiker. São Paulo: UNESP, 2007.

BAUMAN, Zygmunt; DONSKIS, Leonidas. **Cegueira moral: a perda da sensibilidade na modernidade líquida**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar: a aventura da modernidade**. Tradução de Carlos Felipe Moisés e Ana Maria L. Ioriatti. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

BLACKBURN, Simon. **Dicionário de Oxford de filosofia**. Tradução de Desidério Murcho et al. Consultoria da edição brasileira, Danilo Marcondes. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

BOHM, David. **Sobre criatividade**. Tradução de Rita de Cássia Gomes. São Paulo: Unesp, 2011.

BOLTANSKI, Luc; CHIAPELLO Ève. **O novo espírito do capitalismo**. Tradução Ivone C. Beneditti. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

BURKE, Peter. **Uma história social do conhecimento - I: de Gutenberg a Diderot**. Tradução de Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

BUSH, Vannevar. Science The Endless Frontier. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 2, n. 13, p. 241-280, jul./dez. 2014.

CARLOTTO, Maria Caraméz. **Verdades da mudança na ciência brasileira: discurso, institucionalização e práticas no cenário contemporâneo**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2013.

CERQUEIRA, Hugo E. A. da Gama. A Economia Evolucionista: um capítulo da teoria econômica. **Revista Análise Econômica** (UFRGS); ano 20, n.37, mar. 2002.

CHANG, Há-Joon. **Chutando a escada**: A estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. Tradução Luiz Antônio Oliveira. São Paulo: UNESP, 2014.

CORAZZA, Rosana Icassatti; FRACALANZA, Paulo Sérgio. Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas. **Nova Economia**, Belo Horizonte, n. 14, v. 2, p. 127-155, maio/ago. 2014.

CORBUSIER, Le. **Precisões**: sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo. Tradução de Carlos Eugênio Marcondes de Moura. São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

COHEN, Bernard; WESTFALL, Richard S. **Newton**: textos, antecedentes, comentários. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto: EDUERJ, 2002.

COTTINGHAM, John. **Dicionário Descartes**. Tradução Helena Martins. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1995.

CUPANI, Alberto. A propósito do “ethos” da ciência. **Revista Episteme**, Porto Alegre, v.3, n.6, p.16-38, 1998.

_____. **Filosofia da tecnologia**: um convite. Florianópolis: UFSC, 2011.

DESCARTES, René. **Princípios da Filosofia**. Tradução Heloisa da Graça Burati. São Paulo: Rideel, 2005.

DOMINGUES, Ivan. O sistema de comunicação da ciência e o taylorismo acadêmico: questionamentos e alternativas. **Revista Estudos Avançados**, v. 81, n. 28, 2014.

DOSI, Giovanni. **Mudança técnica e transformação industrial**: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Tradução de Carlos D. Szlak. Campinas, SP: Unicamp, 2006.

DUSEK, Val. **Filosofia da tecnologia**. Tradução de Luis Carlos Borges. São Paulo: Loyola, 2009.

FEYERABEND, Paul. **Adeus à razão**. Tradução de Vera Joscelyne. São Paulo: UNESP, 2010.

FREEMAN, Chris. The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 1, n. 19, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. **A economia da inovação industrial**. Tradução de André Luiz Sica e Janaina Oliveira Pamplona da Costa. Campinas: Unicamp, 2008.

GALILEI, Galileu. **O Ensaíador**. Tradução de Helda Barroco, Nestor Deola, Aristides Lôbo. (Os Pensadores) São Paulo: Abril Cultural, 1978.

_____. **O ensaiador**. Traduções de Helda Barraco. São Paulo: Nova Cultura, 1991.

_____. **Ciência e fé**: cartas de Galileu sobre o acordo do sistema copernicano com a bíblia. Tradução de Carlos Arthur R. do Nascimento. São Paulo: UNESP, 2009.

GIL, Fernando (Org.). **A ciência tal qual se faz**. Tradução Paulo Tunhas. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 1999.

HACKING, Ian. **Representar e intervir**: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Tradução de Pedro Rocha de Oliveira. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

HADOT, Pierre. **O véu de Ísis**: ensaio sobre a história da idéia de natureza. Tradução de Mariana Sérvulo. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

HAIASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini; RIGOLIN, Camila Carneiro Dias; KERBAUY, Maria Teresa (Org.). **Sociologia da ciência**: contribuições ao campo CTS. Campinas, SP: Alínea, 2014.

HALDANE, Andrew G. Growing, **Fast and Slow**. February 2015. Disponível em: <www.bankofengland.co.uk/publications/Pages/speeches/default.aspx> Acesso em: março de 2015.

HOBSBAWM, Eric J. **Era dos extremos**: o breve século XX: 1914-1991. Tradução de Marcos Santarrita. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HUNT, E. K.; LAUTZENHEISER, Mark. **A história do pensamento econômico**. Tradução de André Arruda Villela. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

KOSELLECK, Reinhart. **Futuro passado**: contribuição à semântica dos tempos históricos. Tradução de Wilma Patrícia Maas, Carlos Almeida Pereira. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. PUC-Rio, 2006.

_____. **Estratos do tempo**: estudos sobre história. Tradução de Markus Hediger. Rio de Janeiro: Contraponto: Puc-Rio, 2014.

KOYRÉ, ALEXANDRE. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Tradução de Donaldson M. Garshagen. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2011a.

_____. **A tensão essencial**: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica. Tradução de Marcelo Amaral Penna-Forte. São Paulo: Unesp, 2011b.

LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica 1**. Tradução de Marcos Barbosa de Oliveira, Eduardo Salles de Oliveira Barra e Carlos Eduardo Ortolan Miranda. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2008.

LE GOFF, Jacques; SCHMITT, Jean-Claude. **Dicionário temático do ocidente medieval: Volumes I e II**. Tradução de Hilário Franco Júnior. São Paulo: EDUSC, 2002.

LIST, Friedrich. **Sistema Nacional de Economia Política**. Tradução de Luiz João Baraúna. 3.ed. São Paulo: Nova Cultural, 1989.

MARTINS, Hermínio; GARCIA, Luís José. O ethos da ciência e suas transformações contemporâneas, com especial atenção à biotecnologia. **Scientiae Studia**, v.7, n.1. São Paulo, 2009. pp. 83-104.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **O manifesto comunista 150 anos depois**. Rio de Janeiro: Contraponto; São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 1998.

MCCRAW, Thomas. **O profeta da inovação**. Tradução de Clóvis Marques. Rio de Janeiro: Record, 2012.

MENDONÇA, André Luis de Oliveira; CAMARGO JR, Kenneth Rochel. O complexo médico industrial no contexto da comoditização da ciência: relativizando o relativismo. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v 2, n.2, p.-7-31, jul.-dz. 2011.

MERTON, Robert K. **Ensaio de sociologia da ciência**. Tradução de Sylvia Germignani Garcia e Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/ Editora 34, 2013.

MIGUEL, Leonardo Rogério. William Whewell: as motivações e os objetivos de um filósofo da ciência. In: Antonio Augusto Passos Videira. (Org.). **Perspectivas Contemporâneas em Filosofia da Ciência**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012, p. 13-43.

NATIONAL SCIENCE BOARD. 2012. **Research & Development, Innovation, and the Science and Engineering Workforce: A Companion to Science and Engineering Indicators 2012**, Arlington, VA: National Science Foundation (NSB-12-03).

_____. 2014. **Science and Engineering Indicators Digest 2014**, Arlington, VA: National Science Foundation (NSB-14-02).

NELSON, Richard R. The simple economics of basic Research. **Journal of Political Economy**, v. 67, n.3, p.297-306, jun., 1959.

_____. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Tradução de Cláudia Heller. Campinas, SP: Unicamp, 2005a.

NELSON, Richard R. **As fontes do crescimento econômico**. Tradução de Adriana Gomes de Freitas. Campinas, SP: Unicamp, 2005b.

NEWTON, Isaac. **Óptica**. Tradução de André Koch Torres Assis. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

_____. **Principia**: Princípios matemáticos de filosofia natural - Livros I, II e III. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012.

_____. **Princípios matemáticos; Óptica; O peso e o equilíbrio dos fluidos**. Traduções de Helda Barraco. São Paulo: Nova Cultura, 1991.

NISBET, Robert A. **História da idéia de progresso**. Tradução de Leopoldo José Collor Jobim. Brasília: Universidade de Brasília, 1985.

OECD. **Science, Technology and Industry Scoreboard 2013: Innovation for Growth**, OECD Publishing, Paris, 2013.

_____. **Manual de Oslo**: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica, FINEP, 1997a.

_____. **Manual de Oslo**: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica, 3.ed. FINEP, 1997b.

_____. **Manual Frascati**: Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental, Coimbra, 2002.

POPPER, Karl Raimund. **Textos escolhidos**: organização de David Miller. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto: PUC-Rio, 2013.

PRINCIPE, Lawrence M. **The Scientific Revolution: A very short Introduction**. New York: Oxford, 2011.

PRUD'HOMME, Julien; DORAY, Pierre; BOUCHARD, Frédéric. **Sciences, technologies et sociétés de A à Z**. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, Les Presses de l'Université de Montréal, 2015.

REIS, Verusca Moss Simões dos. **O problema do ethos científico no novo modo de produção da ciência contemporânea**. [Tese de doutorado] Rio de Janeiro, UERJ, 2010.

ROSE, Hilary; ROSE, Steven. **Science and Society**. Baltimore: PelicanBook, 1970.

ROSSI, Paolo. **A ciência e a filosofia dos modernos**: aspectos da Revolução científica. Tradução de Álvaro Lorencini. São Paulo: UNESP, 1992.

ROSSI, Paolo. **Naufrações sem espectador**: a idéia de progresso. Tradução de Álvaro Lorencini. São Paulo: UNESP, 2000.

_____. Paolo. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Tradução de Antonio Angonese. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

_____. **Francis Bacon**: Da magia à ciência. Tradução de Aurora Fornoni Bernardini. Londrina: Eduel, Curitiba: UFPR, 2006.

_____. **O passado, a memória, o esquecimento**: seis ensaios da história das ideias. Tradução de Nilson Moulin. São Paulo: UNESP, 2010.

SCHARFF, Robert C.; DUSEK, Val. **Philosophy of Technology**: The Technological Condition an Anthology. Sussex: Blackwell, 2014.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Capitalism, socialism and democracy**. Nova Iorque: Harper & Row, 1950.

_____. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SENNETT, Richard. **A corrosão do caráter**. Tradução de Marcos Santarrita. Rio de Janeiro: BestBolso, 2012.

SHAPIN, Steven. **The scientific life**: a moral history of a late modern vocation. Chicago: Universidade de Chicago, 2008.

_____. **Nunca Pura**: Estudos históricos de ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo, no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenharam por credibilidade e autoridade. Tradução de Erick Ramalho. Belo Horizonte, MG: Fino Traço, 2013.

STEWART, Ian. **Dezessete equações que mudaram o mundo**. Tradução de George Schlesinger. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

STEVENS, Hallam. Fundamental physics and its justifications, 1945-1993. **Historical Studies in the Physical and Biological Sciences**, v.34, n. 1, p. 151-197, 2003.

STOKES, Donald E. **O quadrante de Pasteur**: a ciência básica e a inovação tecnológica. Tradução de José Emílio Maiorino. Campinas, SP: UNICAMP, 2005.

TOCQUEVILLE, Alexis de. **A democracia na América**. Tradução de Neil Ribeiro da Silva. São Paulo: Folha de S. Paulo, 2010.

UNIÃO EUROPEIA. **Public-privatepartnerships in Horizont 2020**: a powerful tool to deliver on innovation and growth in Europe. Brussels, 10.7.2013. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52013DC0494>> Acesso em: fevereiro de 2014.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Ciência, técnica e filosofia da ciência. **Cadernos de História da Filosofia da Ciência**, Campinas, Série 3, v.1, n. 4, p. 93-108, jan./jun. 1994.

_____. A filosofia da ciência sob o signo dos Science Studies. **Revista Abstracta**, 2, p. 70-83, 2005.

_____. **A inevitabilidade da filosofia da ciência natural do século 19**: o caso da física teórica. Ijuí: Unijuí, 2013.

WEINBERG, Steven. **Sonhos de uma teoria final**: a busca das leis fundamentais da natureza. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

ZIMAN, John Michael. **Conhecimento público**. Tradução de Regina Regis Junqueira. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979.

_____. Non-instrumental roles of science. **Science and Engineering Ethics**, v. 9, n.1, 2003.

_____. **A força do conhecimento**. Tradução Eugênio Amado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1981.

_____. **O conhecimento confiável**: Uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência. Tradução de Tomás R. Bueno. Campinas, SP: Papyrus, 1996.

ZOLNERKEVIC, Igor. Caminho Inverso. **Revista Pesquisa FAPESP**, n.208, p.34-37, jun. 2013.