

MÁRCIO AUGUSTO DAMIN CUSTÓDIO

**“IMPLICAÇÕES DO PROBLEMA DA INTERDEPENDÊNCIA DA FILOSOFIA  
DA CIÊNCIA E DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM IMRE LAKATOS”**

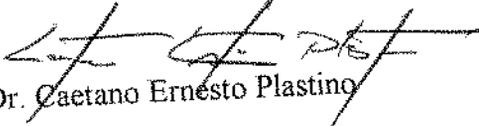
Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas sob a orientação do Profa. Dra. Fátima Regina Rodrigues Évora.

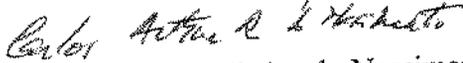
Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida e aprovada pela Comissão Julgadora em

  /  /  

BANCA

  
Prof. Dra. Fátima Regina Rodrigues Évora

  
Prof. Dr. Caetano Ernesto Plastino

  
Prof. Dr. Carlos Arthur Ribeiro do Nascimento

2009051A

Agosto/99

L - F

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO IFCH - UNICAMP**

**C 969 i** Custódio, Márcio Augusto Damin  
Implicações do problema da interdependência da filosofia da  
ciência e da história da ciência em Imre Lakatos / Márcio  
Augusto Damin Custódio. - - Campinas, SP : [s. n.], 1999.

**Orientador: Fátima Regina Rodrigues Évora.**  
Dissertação ( mestrado ) - Universidade Estadual de Campinas,  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Ciência - Filosofia. 2. Lakatos, Imre, 1922-1974. 3. Galilei,  
1564-1642. 4. Copernico, Nicolau, 1473-1543. 5. Astronomia -  
História I. Évora, Fátima Regina Rodrigues. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.  
III. Título.

**MÁRCIO AUGUSTO DAMIN CUSTÓDIO**

**IMPLICAÇÕES  
DO PROBLEMA DA INTERDEPENDÊNCIA  
DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA E DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA  
EM IMRE LAKATOS**

**CAMPINAS  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
27 DE JULHO DE 1999**

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE	BC		
N.º CHAMADA:			
V.	Ex.		
TOMBO BC/	39577		
PROC.	278/00		
C	<input type="checkbox"/>	D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00		
DATA	13/04/00		
N.º CPO			

CM-00137794-7

***Para Sueli***

Manifesto meu agradecimento à *FAPESP*, Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo, por dois anos de bolsa que me permitiram estabelecer as bases dessa dissertação.

Agradeço especialmente à Professora Dr<sup>a</sup>. Fátima Regina Rodrigues Évora, pela dedicação ao orientar-me desde a graduação.

Agradeço também ao Professor Dr. Marcos Lutz Müller pelo apoio quando do encaminhamento do projeto desta dissertação à FAPESP

Pela paciência na leitura das versões inacabadas de partes deste texto, sou grato ao Prof. Dr. César Amout de Toledo, à Prof<sup>a</sup>. Judith Esteves Sampaio, ao Prof. Dr. Pablo Mariconda, à Prof<sup>a</sup>. Sueli Sampaio Damin Custódio e a Tadeu Mazzola Verza.

Por estar presente desde o início, agradeço ao meu amigo Tadeu Mazzola Verza

“Não precisamos rememorar os factos decisivos  
das duas regiões. São duas histórias distintas, em  
que se averbam movimentos e tendências  
opostas”

“Na plenitude do século XVII o contraste se  
accentua.”

Euclides da Cunha. *Os sertões*

# Sumário

INTRODUÇÃO.....	9
1 <i>Lakatos como Interlocutor Privilegiado do Problema da Relação entre História e Filosofia da Ciência</i> .....	11
2 <i>A Reconstrução do Copernicanismo e da Posição de Galileu como Estudo de Caso</i> .....	16
CAPÍTULO I - A METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA DE IMRE LAKATOS.....	20
1 <i>Noções Herdadas do Falsacionismo Metodológico Sofisticado</i> .....	26
1.1    Enunciados Básicos.....	28
1.1.1    Dogmatismo, Regressão ao Infinito ou Psicologismo?.....	30
1.1.2    Sobre a Decisão de Aceitação ou Rejeição de um Enunciado Básico.....	32
1.2    Hipóteses Auxiliares e Séries de Teorias.....	35
1.2.1    Fato Novo e Corroboração.....	37
1.2.2    Avaliação de Séries de Teorias.....	38
2 <i>A Metodologia dos Programas de Investigação Científica</i> .....	42
3 <i>Heurística e Base Epistêmica da Ciência</i> .....	48
3.1    Incoerência na Heurística de Lakatos/Zahar.....	50
3.2    Opção pela História da Ciência.....	55
CAPÍTULO II - A RELAÇÃO ENTRE FILOSOFIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM IMRE LAKATOS.....	60
1 <i>Os Programas de Investigação Historiográfica</i> .....	61
2 <i>A Discrepância entre História Reconstruída e História Real</i> .....	63
3 <i>Os Critérios de Racionalidade das Metodologias que Originam os Programas de Investigação Historiográfica</i> .....	67
4 <i>A Avaliação dos Programas de Investigação Historiográfica</i> .....	68
4.1    Critérios de Avaliação.....	70
4.2    Problemas da Avaliação Proposta Por Lakatos.....	74
CAPÍTULO III - LAKATOS E A RECONSTRUÇÃO RACIONAL DA REVOLUÇÃO COPERNICANA.....	78
1 <i>Reconstruções da Revolução Copernicana</i> .....	80
1.1    Exposições Empiristas.....	81
1.2    Exposições Simplistas.....	86
1.3    Exposições Irracionalistas.....	90
2 <i>Exposição da Revolução Copernicana Segundo a Metodologia dos Programas de Investigação Científica</i> .....	94
2.1    A Modificação da Noção de Fato Novo e os Problemas da Reconstrução Histórica de Lakatos-Zahar.....	100
3 <i>As Noções de Progresso e Racionalidade Comprometem a Reconstrução Histórica de Lakatos?</i> .....	105

APÊNDICE - O UNIVERSO DAS FORMAS PERFEITAS E O MOVIMENTO APARENTE DOS PLANETAS .....	112
1 <i>A Constituição do 'Método do Astrônomo'</i> .....	114
1.1    Eudóxo .....	120
2 <i>O 'Método Físico'</i> .....	123
CAPÍTULO IV – GALILEU E A RECONSTRUÇÃO DA REVOLUÇÃO COPERNICANA .....	129
1 <i>Em Busca de Diálogo</i> .....	134
1.1    Antecedentes da Diferença da Noção de Razão nos Programas Aristotélico e Copernicano .....	138
1.2    O “Édito Saudável” e a Imposição da Divisão Aristotélica de Mundo.....	152
1.3    A Reconstrução da Cosmologia Aristotélica a partir da Primeira Jornada .....	155
2 <i>A Argumentação Galileana Contra a Cosmologia Aristotélica</i> .....	161
2.1    Refutação Dialética: Sobre o Argumento dos Movimentos Naturais Simples .....	161
2.2    Refutação Dialética: Sobre o Argumento dos Contrários.....	165
2.3    Refutação pela Experiência: O “Locus” da Experiência na Argumentação Galileana .....	166
2.4    Refutação Pela Experiência: As Marchas Solares.....	168
2.5    Refutação Pela Experiência: As Semelhanças Entre a Terra e a Lua .....	169
3 <i>O Método Argumentativo e a Busca da Verdade na Primeira Jornada</i> .....	173
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	182
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	187
ÍNDICE REMISSIVO .....	193

## Introdução

Essa dissertação trata da interdependência da Filosofia e da História da Ciência, que ganha evidência, neste século, na década de sessenta, como um posicionamento crítico com relação à visão predominante da Filosofia da Ciência de então, chamada tradicional ou “positivista”<sup>1</sup>. Da crítica ao positivismo emerge uma nova abordagem racionalista da ciência que se caracteriza pela preocupação em confrontar o trabalho do filósofo com a História da Ciência, caso de Imre Lakatos, que primeiro colocou o problema de modo elaborado.

Do ponto de vista do historiador da Ciência, o problema da interdependência pode ser compreendido tal qual primeiramente foi exposto por Lakatos, da seguinte forma: (1) o historiador elabora uma reconstrução racional de seu objeto de estudo; (2) tenta comparar sua reconstrução racional com a história real— essa comparação dá-se sob dois aspectos: (a) criticando a reconstrução racional por carecer de

---

<sup>1</sup> O termo “positivista” é utilizado por comentadores e autores da Filosofia da Ciência, como Larry Laudan, quando da necessidade em marcar a distinção entre um *fazer filosofia da (para a) ciência* enquanto produção de normas para o agir científico e um *fazer filosofia (a partir) da ciência* que toma por base, de modo mais ou menos incisivo, a história da ciência. Mas, embora se utilize o termo desse modo, prefere-se manter, no corpo desse texto, “positivismo” entre aspas (ou, então, substituí-lo por filosofia tradicional da ciência) pela excessiva generalidade que o termo compreende devido ao uso por parte de comentadores (vide AYER, A. J. (org.). *Logical positivism*. Chicago: Free Press of Glencoe, 1959). Muito embora o termo “positivismo” tenha ficado associado ao Círculo de Viena, seus membros fundadores não se definiram como “positivistas”, ou como “positivistas lógicos”. O opúsculo lançado por Hahn, Neurath e Carnap em 1928, que nomeia o grupo como “Círculo de Viena” e que pretende divulgar “*uma nova concepção científica de mundo*”, menciona o positivismo e Comte, mas o faz em meio a uma profusão de nomes classificados, em assuntos, por uma ordem bastante peculiar, que tem por intuito servir de referência ao leitor sobre quem são os “predecessores” da noção de ciência defendida pelo Círculo:

“1. Positivismo e empirismo: Hume, os Iluministas, Comte, Mill, R. Avenarius, Mach. 2. Fundamentos, objetivos e métodos da ciência empírica: (*hipóteses na física, geometria, etc.*): Helmholtz, Riemann, Mach, Poincaré, Enriques, Duhem, Boltzmann, Einstein. 3. Lógica formal e suas aplicações: Leibniz, Peano, Frege, Schröder, Russell, Whitehead, Wittgenstein. 4. Axiomática: Pasch, Peano, Vailati, Pieri, Hilbert. 5. Eudemonismo e sociologia positivista: Epicuro, Hume, Bentham, Mill, Comte, Feuerbach, Marx, Spencer, Müller-Lyer, Popper-Lynkeus, Carl Menger (pai).” (*grifos nossos*) (HAHN, NEURATH e CARNAP. *Wissenschaftliche Weltanschauung. Der Wiener Kreis, Viena, 1929. p. 12-*

historicidade, (b) criticando a história real por carecer de racionalidade. Com isso, o historiador da ciência não pode deixar de tentar estabelecer o que é ou não ciência, pois ao deparar-se com a história, pode não saber distinguir nela o que é ou não parte de seu objeto de estudo. Dessa forma, o historiador carrega de antemão um problemático ponto de contato da metodologia de sua disciplina, a história da ciência, com a filosofia da ciência, qual seja, o uso de “parâmetros” de demarcação definidos segundo a noção de racionalidade adotada e que têm por função permitir a reconstrução histórica. O filósofo da ciência, por sua vez, ao definir parâmetros de demarcação, expõe-se ao teste da reconstrução histórica, no qual são suscitados os momentos em que ocorrem grandes mudanças teóricas na ciência, como o sucedido com a astronomia no final do século XVI e início do século XVII, quando o sistema de mundo aristotélico-ptolomaico foi preterido pelo copernicano-galileano. Assim, pode-se compreender a paráfrase que Lakatos faz de Kant ao abordar o problema da interdependência: “*A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega.*”

A dissertação tem o intuito de examinar a relação que há entre Filosofia da Ciência e História da Ciência e suas conseqüências para a formação de um método sob o qual o historiador possa atuar, procurando notar se essa relação caracteriza-se como de dependência e de perda de autonomia para ambas disciplinas do conhecimento, exame que se dá, principalmente, do ponto de vista da metodologia da história da ciência, pela análise própria da filosofia da ciência e por meio do estudo de caso apresentado, sobre a defesa que Galileu Galilei faz do copernicanismo na primeira jornada do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo: ptolomaico e copernicano*<sup>2</sup>.

Seguindo o objetivo, o trabalho divide-se em duas partes: nos dois primeiros capítulos, são abordados os problemas metodológicos da reconstrução racional da história da ciência surgidos da relação da filosofia com a história da ciência em Imre

---

13. Apud PASQUINELLI, A. Camap e o positivismo lógico. Lisboa: Edições 70, 1983, p. 10-11)

<sup>2</sup> GALILEI. *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo; Tolomaico e Copernicano*. Collezione Salani. Edizione Fiorentina, 1935. Reimpressão do texto estabelecido por FAVARO. *Opere*. Edizione Nazionale, 1890-1909.

Lakatos; nos dois últimos capítulos, leva-se a discussão metodológica para um exemplo de reconstrução histórica da ciência elaborado por Lakatos e a um estudo de Galileu, no qual se discute a defesa do copernicanismo e o modo pelo qual é exposto o embate entre as cosmologias aristotélico-ptolomaica e copernicano-galileana.

### *1 Lakatos como Interlocutor Privilegiado do Problema da Relação entre História e Filosofia da Ciência*

Lakatos entende que suas convicções metodológicas surgiram do debate entre as concepções “positivista” e irracionalista de ciência e, por esse motivo, o modo como compreende o debate é, assim, uma via introdutória à sua filosofia da ciência, sendo que a década de sessenta é vista como tentativa de ruptura com uma visão tradicional de ciência cuja representante na época era o positivismo lógico.

O chamado positivismo lógico<sup>3</sup> defende que a ciência, tendo como modelo as ciências naturais, é o melhor exemplo e talvez o único meio de conhecimento capaz

---

<sup>3</sup> Não se pode afirmar que o “positivismo” tenha-se firmado num corpo doutrinário na Filosofia da Ciência, trata-se, na verdade, de uma linha de conduta representada por autores que lhe aderiram, como E. Nagel, ou que o criticaram, como Karl Popper. Sobre essa questão, vide a história do positivismo lógico construída por AYER, A. J. *Logical positivism*. Chicago: The Free Press of Glencoe, 1959. Deve-se alertar ainda para o seguinte: o termo “positivista” tem sido atribuído a autores que adotam determinadas teses sobre a ciência, como a existência de uma unidade metodológica, mesmo que tal autor não compartilhe de outras teses defendidas pelo Círculo de Viena. Também ocorre a utilização do termo “positivismo” com o intuito de marcar as limitações do autor assim denominado, limitações que se caracterizam por uma maneira de conceber a ciência e, às vezes, também para marcar o caráter ideológico dessa concepção; o termo “positivismo” pode ainda ser compreendido como uma “tradição” dentro da qual desenvolveu-se diversos modos de pensar a ciência, como o neopositivismo de R. Carnap, o realismo científico de M. Bunge e o racionalismo crítico de Popper, embora tal denominação não seja aceita nem por Carnap nem por Bunge e seja veementemente rejeitada por Popper. Embora os próprios membros do Círculo de Viena, especialmente Carnap, não viam especial diferença entre as teses que defendiam e as de Popper, por exemplo, no que concerne ao critério de demarcação da ciência como um critério de significado (vide DUTRA, L.H.A. A diferença entre as filosofias de Carnap e Popper. in: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 3, 1 (1), jan.- jun., 1991, p. 7-31. (vide p. 7-8)). Carnap interpreta as tentativas de elaboração de um critério da demarcação, presentes na *lógica da pesquisa científica*, de Popper, como a tentativa de diferenciar enunciados científicos de enunciados pseudo-científicos — quando, na verdade, Popper estava interessado em demarcar sistemas de teorias científicas (empíricas) de sistemas metafísicos:

de melhorar a vida humana, concepção que inclui, pelo menos, uma parte de posições como a defesa da unidade metodológica da ciência, a objetividade do conhecimento científico, a neutralidade da pesquisa científica calcada numa ética do desinteresse e da imparcialidade, a existência de um progresso ininterrupto na ciência, no qual a acumulação de conhecimentos é constantemente progressiva em direção à verdade, entendendo-se “verdade” como o conhecimento que *tem correspondência* com a realidade.

Os filósofos da ciência ligados ao “positivismo” foram confrontados com o aparecimento de uma concepção oposta de ciência, o irracionalismo e o relativismo de Thomas Kuhn e Paul Feyerabend, respectivamente. As críticas desses dois autores concentram-se em aspectos problemáticos da concepção tradicional de ciência, a saber: o recorrente mal uso do conhecimento científico (aplicações bélicas, destruição do meio ambiente, uso do conhecimento obtido para a dominação econômica) que conduz à dúvida os discursos de exaltação à ciência, e, principalmente, à percepção de que as prescrições “positivistas” não parecem corresponder ao modo como, de fato, agem os cientistas.

“[...] Tivemos, em uma ocasião, posição filosófica bem desenvolvida e historicamente influente, i. e., o positivismo ou empirismo lógico, que agora encontra-se definitivamente refutada.[...]”

No início dos anos 60, algumas novas teorias da ciência foram desenvolvidas como alternativas ao positivismo; trata-se dos trabalhos de N.R. Hanson, Paul Feyerabend, Stephen Toulmin e, principalmente, Thomas Kuhn. Essas contribuições, ainda que problemáticas em suas afirmações positivas, encerraram

---

“... descrevi o problema de significação como um pseudoproblema, em contraste com o da demarcação. Os membros do Círculo, no entanto, classificaram minha contribuição como uma proposta para substituir o critério de significado para verificação por um critério de significado para determinar a “refutabilidade”— o que efetivamente esvaziaria minhas proposições de qualquer sentido.” (POPPER. *Ciência: conjecturas e refutações*. in: *Conjecturas e Refutações*. Brasília: UnB, 1994. p.70)

Vide também a resposta de Popper a interpretação equivocada de Carnap em: A distinção entre ciência e metafísica. in: *Conjecturas e refutações*. p. 281-322.

efetivamente à hegemonia do positivismo ao revelarem que suas doutrinas centrais (tais como a cumulatividade da ciência, a redutibilidade da linguagem teórica à observacional) conflitam radicalmente com a prática real da ciência.[...]" (LAUDAN, 1993: 8-9)<sup>4</sup>

Segundo Laudan, essa discrepância entre o uso e o agir científico em relação a visão tradicional da ciência não tem sido explicada apenas como uma distância entre a ciência ideal e a prática científica, mesmo porque os "positivistas" sempre atentaram para tal distância ao expor seus escritos como lógicas da pesquisa científica, e não histórias, sociologias ou psicologias, como é o caso do discurso filosófico de Karl Popper. A discrepância entre as prescrições "positivistas" e a atitude dos cientistas é mais grave se descrita como sendo uma inadequação que se obtém quando, partindo das prescrições, não se consegue uma reconstrução fidedigna de uma parte considerada importante<sup>5</sup> da história da ciência, seja porque, na reconstrução, os problemas "reais" são substituídos por outros surgidos no desenrolar do discurso "positivista" ou porque as circunstâncias da investigação científica em questão apresentam-se por demais simplificadas, uma vez normatizadas.

As desconfianças sobre o poder explicativo do "positivismo" decorrem, em grande medida, também da pesquisa histórica, quando esta aponta que os grandes ícones da ciência, como Galileu Galilei, não agiram o tempo todo, nem nos momentos cruciais de suas descobertas, conforme prescrições de um método normativo. Além disso, a pesquisa histórica, segundo Kuhn, tem desaconselhado a noção de existência

---

<sup>4</sup> LAUDAN, L; DONAVAN, A; LAUDAN, R. et al. Mudança científica: modelos filosóficos e pesquisa histórica. Estudos Avançados, v. 7, n. 19, 1993. Trad. Caetano E. Plastino. Publicação original Scientific change: philosophical models and historical research. *Synthese*, n. 69, 1986, p. 141-223.

<sup>5</sup> Segundo Laudan, uma parte da história da ciência vem a ser considerada mais importante que outra, para efeito de avaliação das propostas normativas do filósofo da ciência, na medida em que possibilite realizar "*um estudo empírico das obras da ciência real, por oposição aos ideais lógicos e filosóficos de garantia epistêmica enfatizados pela tradição positivista*" caracterizando, assim, a filosofia da ciência como "*uma disciplina enraizada em, e responsável por, sua história*" (LAUDAN, 1993: 8).

de características atemporais na ciência e, ao contrário, tem aconselhado o estudo de cada cientista em seu contexto teórico.

Kuhn, em *A estrutura das revoluções científicas*, de 1962, elabora um enfoque histórico da epistemologia e da filosofia da ciência segundo o qual não mais há espaço para a ciência como atividade intelectual universal, mas somente para paradigmas científicos, i.e., modos de conceber e praticar a ciência intitulados ciência normal, e caracterizados pela rotina e acumulação de conhecimentos<sup>6</sup>. Tais períodos são, de tempos em tempos, drasticamente modificados por meio de revoluções científicas durante as quais se alteram, por um lado, as questões e as respostas tidas como cruciais para a ciência e, por outro, os métodos, as normas e as entidades consideradas como reais. Essa alteração, para Kuhn, não pode ser sempre explicada racionalmente porque, embora o cientista esteja impregnado de uma visão de mundo e do paradigma em que se formou — e que deveriam levá-lo a uma postura de firme apego e defesa de sua tradição de pesquisa, o que seria, para Kuhn, atitude racional, i.e., razoável —, no momento em que ocorre uma revolução, o cientista pode ser levado a converter-se ao paradigma revolucionário. As conversões são, então, da mesma importância para a ciência que as razões. Kuhn afirma ainda que não há, necessariamente, progresso contínuo na ciência: nos momentos de revolução, o progresso depende de uma interpretação do saber anterior e não da mera adição de conhecimentos novos aos antigos; o progresso é medido, portanto, não pela aproximação à verdade como correspondência, mas pelo número de problemas resolvidos ou pelas previsões mais acuradas, por exemplo. Essa crítica irracionalista firma a necessidade de levar em consideração os trabalhos de história da ciência que, ao contrário do ponto de vista positivista, revelam dificuldade na explicação racional da mudança científica e na demarcação rigorosa entre ciência e não-ciência.

---

<sup>6</sup> Não se deve compreender, no que concerne a Kuhn, acumulação de conhecimento como progresso (“positivamente” interpretado). Isto porque o conhecimento que é acumulado em um período de ciência normal é tido como conhecimento científico em vista de fins e valores que se alteram quando do rompimento desse mesmo período normal pelo surgimento de uma revolução que, em Kuhn, leva esse nome, em grande parte, pela condição de possibilidade de que, durante sua ocorrência, aja uma alteração tão profunda de fins e valores a partir da qual o que era tido como conhecimento pode passar a não mais sê-lo.

Começa a aparecer, então, com Imre Lakatos, a tentativa do estabelecimento de uma filosofia da ciência que leve em conta os problemas apontados pelo historiador da ciência, porém que mantenha, ao contrário de Kuhn, uma postura racionalista. Para Lakatos, a ciência deve ser estudada a partir de suas estruturas mínimas de compreensão histórica, denominadas programas de investigação<sup>7</sup> da ciência, bem como os momentos históricos onde ocorram mudanças científicas significativas, ou seja, momentos onde determinados programas são substituídos por outros. Essa preocupação, enquanto busca de uma reconstrução histórica, assinala o comprometimento epistemológico de Lakatos com a explicação racional numa época<sup>8</sup> de descrédito na possibilidade de explicação do progresso científico.

“O problema fundamental da filosofia da ciência é a avaliação normativa das teorias científicas e, em especial, o estabelecimento de condições universais que façam científicas uma teoria. Este é um caso limite do problema da demarcação... O problema geral da demarcação está vinculado com o problema da racionalidade da ciência. Sua solução deve indicar em que

---

<sup>7</sup> Por programas de investigação Lakatos designa o patrimônio conceitual que serve de guia para a pesquisa científica, assim, por exemplo, entenda-se o programa aristotélico-ptolomaico, o copernicano-galileano, o newtoniano. Essa concepção de Lakatos está presente em vários de seus artigos:

“A primeira coisa que devo destacar é que minha unidade de avaliação não é uma hipótese isolada (ou um conjunto de hipóteses); é um programa de investigação. [...]”

“Tanto Ptolomeu quanto Copérnico trabalharam com programas de investigação...” (p. 178 -180) (LAKATOS, I.; ZAHAR, E. Why did Copernicus's research programme supersede Ptolemy's? in: The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers Ed. J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1986. p. 168 - 192)

“O programa [de investigação] consiste em regras metodológicas: umas nos dizem que caminhos devemos evitar... e outras que caminhos seguir...” (p. 47) (LAKATOS, I. The falsification and the methodology of scientific research programmes. in: The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1986<sup>b</sup>. p. 8 - 101)

Cada uma [das metodologias da filosofia da ciência] caracteriza-se por um conjunto de regras que aceitam ou refutam (como científico) as teorias ou os programas de investigação.” (p. 103) (LAKATOS, I. History of science and its rational reconstructions. in: The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1986<sup>a</sup>. p. 102 - 138)

<sup>8</sup> Lakatos publicou entre 1946 e 1974. Após sua morte, em 1976, apareceram outros escritos publicados até 1977. Seus artigos mais importantes sobre a filosofia e a história da ciência, foram publicados pela primeira vez, respectivamente, em 1976, 1970 e 1971 e atualmente encontram-se compilados nos *Philosophical papers, supra cit.*

circunstâncias é ou não racional a aceitação de uma teoria científica. [...]

A metodologia dos programas de investigação científica é uma nova metodologia demarcacionista (i.e., constitui uma definição universal de *progresso*) que tenho defendido durante anos e que, em minha opinião, escapa, ao mesmo tempo, de algumas críticas que os elitistas e os relativistas dirigiram contra o indutivismo, o falsacionismo e outras metodologias.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 168-169; 178-179)

Com o intuito de estabelecer as condições necessárias para uma história da ciência racionalmente reconstruída, Lakatos desenvolve seu projeto filosófico em duas frentes. Na filosofia da ciência, por meio da criação de uma metodologia que possa reconstruir os programas de investigação da ciência; trata-se da Metodologia dos Programas de Investigação Científica. Na história da ciência, por meio da criação de um método que possibilite a avaliação da reconstrução histórica promovida, indiretamente, pelas metodologias elaboradas na filosofia da ciência. Essa avaliação tem, para Lakatos, a função de permitir que se opte pela metodologia que possibilite uma maior reconstrução racional da história da ciência, i.e., a metodologia que menos recorra a elementos externos à ciência para explicá-la.

## ***2 A Reconstrução do Copernicanismo e da Posição de Galileu como Estudo de Caso***

A revolução copernicana e a posição de Galileu são apontadas por Lakatos como um exemplo da mudança científica que deve ser entendida pelo filósofo da ciência. O “programa copernicano-galileano” é o estudo de caso melhor acabado desenvolvido por Lakatos, junto com Elie Zahar, no artigo *Why did Copernicus's*

*research programme supersede Ptolomy's?*<sup>9</sup> Ao menos em parte, pode-se supor que o interesse pela explicação racional do embate entre o sistema de mundo aristotélico-ptolomaico e o copernicano galileano, no século XVII, por Lakatos, deve-se às interpretações “irracionalista” e “relativista”, respectivamente, que Kuhn e Feyerabend fizeram desse episódio da História da Ciência, tomando-o como exemplo da impossibilidade do estabelecimento de um método racional que pudesse reconstruir a maior parcela da Ciência. Chamada por Lakatos de interpretação “irracionalista *stricto sensu*”, a concepção de Kuhn do programa copernicano apresenta-se da seguinte forma<sup>10</sup>:

“...para os astrônomos, a escolha inicial entre o sistema copernicano e o ptolomaico somente podia depender dos gostos de cada um, e as questões referentes aos gostos são as mais difíceis de definir e debater. Com tudo, e como indica a revolução copernicana, estas questões não são sem importância. Um ouvido acostumado a discernir a harmonia geométrica podia descobrir uma nova nitidez e coerência na astronomia centrada no Sol, de Copérnico, e se tal nitidez e coerência não tivessem sido reconhecidas não teria havido uma revolução.” (Kuhn, 1957: 23)

Para Kuhn<sup>11</sup>, não existe um código ou um critério a partir do qual é possível afirmar que o sistema copernicano é superior ao ptolomaico e que, por esse motivo, o

---

<sup>9</sup> LAKATOS, I.; ZAHAR, E. Why did Copernicus's research programme supersede Ptolomy's? in: *The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers* Ed. J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1986. p. 168 - 192.

<sup>10</sup> KUHN. *The copernican revolution*. Harvard: Harvard University Press, 1957.

<sup>11</sup> Posteriormente, Kuhn complementou sua concepção da mudança científica exposta em *The copernican revolution* em outras duas obras, *A estrutura das revoluções científicas* e *The function of dogma in scientific research*, a partir das quais introduziu a noção de que a astronomia ptolomaica encontrava-se em “crise” desde 1543; “crise” que, para Kuhn, é o prelúdio necessário de qualquer revolução científica:

“O estado da astronomia ptolomaica era um escândalo público antes que Copérnico propusesse uma mudança básica da teoria astronômica, e o prefácio em que Copérnico descreveu seus motivos para realizar a inovação

sucedeu. É a elite científica que — segundo um certo senso estético-geométrico e de sensibilidade para a percepção da crise em que vivia o programa aristotélico-ptolomaico — comparou e concluiu qual programa era melhor.

Contudo, como diz Lakatos, a idéia de que o programa aristotélico-ptolomaico entrou em crise não encontra apoio líquido e certo na história da ciência. Tão logo se entra em detalhes, afirma Lakatos, a explicação de Kuhn não é menos problemática que as explicações demarcacionistas. Kuhn vê-se obrigado a inventar uma crise sócio-intelectual na elite científica que trabalha com o paradigma ptolomaico no século XVI e, depois, uma repentina mudança para o copernicanismo. “*Se estas são as condições necessárias para uma revolução científica, então a revolução copernicana não foi uma revolução científica*” (LAKATOS, 1986: 180).

Feyerabend, por outra via de impossibilidade de explicação racional, define sua tese principal da vitória da astronomia copernicano-galileana da seguinte forma: os historiadores falharam ao explicar a revolução copernicana porque não tomaram o programa aristotélico-ptolomaico e o copernicano-galileano como conjuntos de crenças, distintos e rivais, cujo o copernicano-galileano obteve uma vitória propagandística; e, além dessa constatação, nada mais pode ser dito sobre o porquê de um programa ter superado o outro. Segundo Lakatos, a explicação de Feyerabend é mais difícil de ser atacada e destruída que as demais e não é seguro que, de fato, seja possível descartá-la. Talvez, ao final, tenha que se admitir que a adoção da teoria heliocêntrica por Copérnico, Galileu e Kepler, e sua vitória, não é racionalmente explicável, que em grande medida foi uma questão de gosto, uma vitória propagandística.

A constituição de um estudo de caso, nessa dissertação, a partir do texto de Galileu, é a tentativa de compreender a discussão sobre a reconstrução racional da revolução copernicana partindo de uma outra perspectiva, ou seja, a revolução vista por um de seus protagonistas. A exposição de Galileu sobre a mudança científica de

---

*constituem uma descrição clássica dos períodos de crise*” (KUHN, T. The function of dogma in scientific change. in: CROMBIE, A. *Scientific change*. London: Heinemann, 1961. p. 367)

sua época deve ser levada em consideração na avaliação das reconstruções históricas geradas pela filosofia da ciência. Uma vez compreendido o universo da discussão metodológica, trata-se de constituir um breve estudo de caso autônomo sobre o copernicanismo de Galileu, mais especificamente sobre a I Jornada do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo; o ptolomaico e o copernicano*<sup>12</sup>. A partir da análise de texto dessa obra, em que Galileu explicita não só suas posições como também sua visão acerca do programa aristotélico-ptolomaico, é possível extrair elementos que possibilitam uma melhor compreensão do alcance da reconstrução feita por Lakatos, a necessidade de revisão nas noções de razão e progresso e, por fim, a compreensão da metodologia dos programas de investigação científica como uma estrutura mínima para a reconstrução dos momentos de mudança na ciência.

---

<sup>12</sup> GALILEI. *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo; Tolomaico e Copernicano*. Collezione Salani. Edizione Fiorentina, 1935. Reimpressão do texto estabelecido por FAVARO. *Opere*. Edizione Nazionale, 1890-1909.

## Capítulo I - A Metodologia dos Programas de Investigação Científica de Imre Lakatos

Uma preocupação central perpassa a obra de Lakatos, a saber, o estabelecimento das condições necessárias à elaboração de uma história da ciência que reconstrua, racionalmente, os caminhos trilhados na obtenção de conhecimento científico, dando destaque aos momentos históricos onde ocorram mudanças científicas significativas. Essa preocupação, enquanto busca de uma reconstrução histórica, assinala o comprometimento epistemológico de Lakatos com a explicação racional da ciência numa época<sup>13</sup> em que a filosofia da ciência debatia, prioritariamente, a viabilidade da explicação racional do progresso científico vendo, por um lado, declinar as explicações do tipo demarcacionista, principais defensoras da possibilidade de explicação racional e, por outro, vislumbrando o nascimento de explicações irracionistas, como o irracionalismo *stricto sensu* de Kuhn e o relativismo cultural de Feyerabend.

“O problema fundamental da filosofia da ciência é a avaliação normativa das teorias científicas e, em especial, o estabelecimento de condições universais que torne científica uma teoria. Este é um caso limite do problema da demarcação...”

(LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 186)

Para Lakatos, o problema da racionalidade da ciência está vinculado com o problema geral da demarcação e sua solução deve indicar em que circunstâncias é ou não racional a aceitação de uma teoria científica. Este é o fim último da filosofia da ciência e as diferentes formas de alcançá-lo denominam-se metodologias de

---

<sup>13</sup> Lakatos publicou entre 1946 e 1974. Após sua morte, em 1976, apareceram outros escritos publicados até 1977.

investigação científica, ou seja, conjuntos de prescrições teóricas que têm por finalidade primeira apontar soluções para o problema da demarcação e que, em última instância, podem ser compreendidos como conjuntos de juízos de valor que estabelecem critérios de cientificidade e permitem a busca de entendimentos para o problema da mudança científica (i. e., para o problema de como se dá a substituição de uma teoria científica sedimentada por uma outra nova). Cabe ressaltar que Lakatos interessa-se por metodologias de investigação científica enquanto lógicas da descoberta (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 103), i.e., metodologias que não mais pretendam dotar o cientista de um conjunto de procedimentos heurísticos a partir dos quais possam ser resolvidos, de modo mecânico, os problemas da ciência, mas de um conjunto de regras que sirvam apenas de diretrizes para a avaliação de soluções já existentes. Como diz Lakatos, nas metodologias de investigação que se colocam como lógicas da descoberta, *“a metodologia está separada da heurística assim como os juízos de valor estão separados dos enunciados imperativos”*.

“Há várias metodologias na filosofia contemporânea da ciência; mas são muito diferentes do que se entendia por metodologia no século XVII ou mesmo no século XVIII. Naquela época se esperava que a metodologia dotasse os cientistas de um conjunto de regras utilizáveis mecanicamente para resolver problemas. Essa esperança está abandonada: as modernas metodologias ou ‘lógicas da descoberta’ consistem simplesmente em um conjunto de regras (possivelmente nem se quer estreitamente entrelaçadas, e menos ainda mecânicas) para a avaliação de teorias articuladas e postas à prova. E com frequência essas regras, ou sistemas de valores, servem também como teorias da racionalidade científica.” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 103)

Quando Lakatos classifica as metodologias de investigação científica que interessam ao historiador da ciência como lógicas da descoberta, o faz com o intuito de delimitar seu campo de trabalho por dois lados. Primeiro, esclarecendo que não se enquadram dentre as lógicas da descoberta as metodologias que compreendem conhecimento científico como sendo passível de demonstração, quer seja pela razão

quer seja pela evidência dos sentidos (como prescrevem as chamadas metodologias justificacionistas<sup>14</sup>). Segundo, esclarecendo que não basta o abandono da exigência de demonstrabilidade; além disso, as metodologias classificadas como lógicas da descoberta são as que não recorrem a explicações irracionistas da mudança científica<sup>15</sup>.

Pode-se aqui perceber o corte epistemológico que define, para Lakatos<sup>16</sup>, quais são as metodologias de investigação científica que são classificadas como lógicas da descoberta. Por um lado, a crítica popperiana à exigência de demonstrabilidade do enunciado científico, ou seja, não são lógicas da descoberta as metodologias justificacionistas<sup>17</sup>, por outro a exigência de uma explicação racional da mudança científica (não são lógicas da descoberta as metodologias que sucumbirem à crítica, i. e., que aceitem, assim como Kuhn e Feyerabend, a posição segundo a qual a mudança científica é irracional e não pode ser reconstruída racionalmente).

Segundo a classificação de Lakatos, as metodologias justificacionistas eliminadas pela crítica popperiana são o indutivismo, o probabilismo e falsacionismo dogmático<sup>18</sup>. São teorias do conhecimento chamadas passivas, i.e., sustentam que o

---

<sup>14</sup> Vide figura abaixo.

<sup>15</sup> Como será exposto adiante, Lakatos não abre mão da possibilidade de reconstrução racional de uma parte da história da ciência (chamada por ele de "história interna"). Ao delimitar quais programas de investigação interessam para o historiador, Lakatos afasta, já de início, programas que não possibilitam a reconstrução racional das mudanças de uma série de teorias para outra, o que lhe valeu fortes críticas de Kuhn.

<sup>16</sup> LAKATOS 1984<sup>b</sup>.

<sup>17</sup> Vide "noções herdadas do falsacionismo metodológico sofisticado", p. 26.

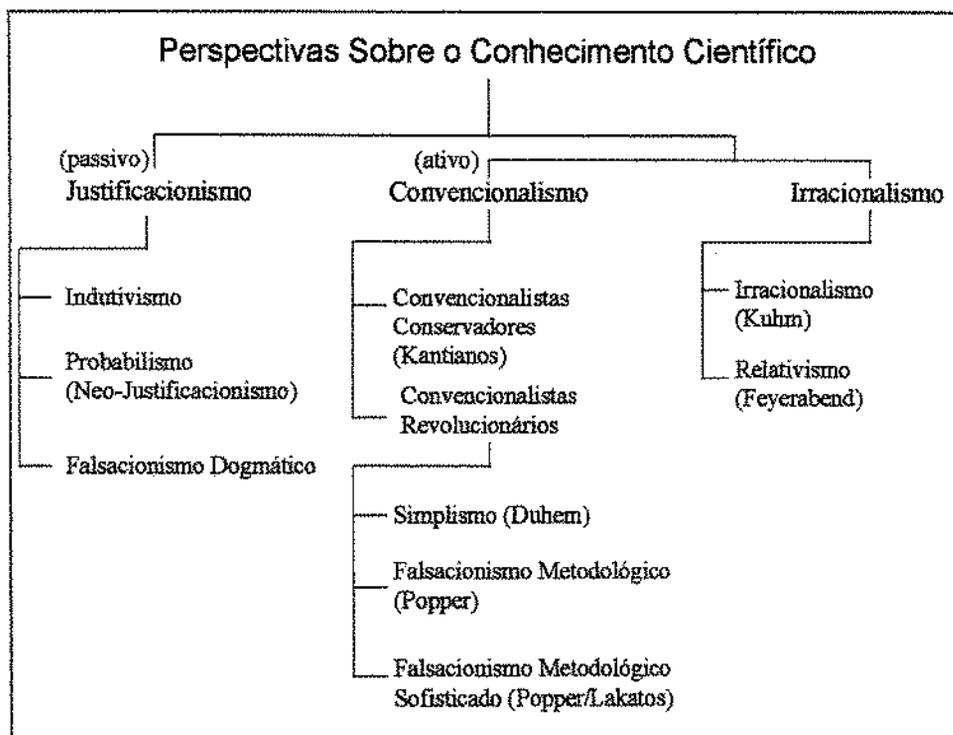
<sup>18</sup> O indutivismo aceita que um pequeno conjunto de enunciados básicos expressem "fatos puros" (i.e., tenham uma correspondência direta com a realidade) e formem a base empírica da ciência a partir da qual, por meio de uma poderosa lógica indutiva, acredita-se demonstrar as teorias científicas. O probabilismo, que embora creia que as teorias científicas sejam indemonstráveis, afirma elas que possuem distintos graus de probabilidade, relativos aos graus de evidência empírica disponível. O probabilismo foi criticado por Popper que demonstrou, fora condições muito genéricas, que todas as teorias têm probabilidade zero, quaisquer que sejam os enunciados básicos que as sustentem. Lakatos aceita os argumentos de Popper e rejeita tanto o indutivismo quanto o probabilismo: "*todas as teorias são não 'só igualmente indemonstráveis como também improváveis'*". Já o falsacionismo dogmático não admite nem a possibilidade de que os enunciados formadores da base empírica da ciência tenham correspondência direta na realidade nem que as teorias científicas sejam prováveis: as teorias apenas podem ser contrademonstradas (mediante um número finito de observações), com a ressalva de que mesmo existindo, tais teorias estão muito distantes da base empírica.

conhecimento humano consiste no que a natureza imprime em uma mente absolutamente inerte. Por outro lado, as teorias que aceitam a não demonstrabilidade do enunciado científico, mas postulam uma demarcação entre ciência e não ciência são, por sua vez, chamadas “convencionalistas”. Trata-se de teorias do conhecimento ativas, i.e., afirmam que o homem não pode ler o livro da natureza sem interpretá-lo à luz de expectativas ou teorias que já possua de antemão. Os convencionalistas dividem-se em conservadores e revolucionários que, por sua vez, se subdivide em simplistas, falsacionistas metodológicos e falsacionistas metodológicos sofisticados (posição a partir da qual Lakatos desenvolve sua metodologia dos programas de investigação científica)<sup>19</sup>. Segue abaixo a classificação esquemática do conhecimento feita por Lakatos:

---

Assim, o falsacionismo dogmático é empirista sem ser indutivista ou probabilista, pois nega que a certeza da base empírica da ciência possa ser transmitida às teorias que, dessa forma, são vistas como meras conjecturas. Mas ainda que uma teoria não possa ser demonstrada, pode ser falseada, i.e., pode-se, com certeza, mostrar que uma teoria é falsa e, conseqüentemente, refutá-la por ser definitivamente pseudo-científica. Os falsacionistas consideram como critério de demarcação a possibilidade de falseamento: assim, o cientista deve especificar de antemão um experimento (denominado “experimento crucial”) tal que possa contradizer sua teoria que, uma vez falseada, deve ser abandonada para sempre.

<sup>19</sup> “Convencionalismo conservador” é a designação de Lakatos para a concepção de que o homem nasce com expectativas básicas e com elas cria o “seu” mundo, vivendo para sempre na prisão desse mundo. O melhor exemplo do convencionalismo conservador é Kant: vive-se e morre-se preso a quadros conceituais gerais. O convencionalismo revolucionário é a crença de que os quadros conceituais do homem podem ser alterados e até mesmo substituídos: o homem, que cria suas próprias impressões, pode demoli-las. O simplismo, contra a noção falsacionista dogmática, diz Lakatos, afirma que nenhuma teoria da ciência desmorona apenas pelo peso de suas refutações, mas pode desmoronar quando perde sua simplicidade original, i.e., quando, para manter seu poder explicativo, associa um emaranhado de teorias auxiliares (para Lakatos, Pierre Duhem é o principal representante dessa escola). O falsacionismo metodológico de Popper, por sua vez, difere tanto do convencionalismo conservador quanto do simplismo. Serão tratados os dois tipos de falsacionismo metodológico na seção 2 deste capítulo: “Noções Herdadas do Falsacionismo Metodológico”.



Podemos sistematizar a classificação de Lakatos para as metodologias de investigação científica da seguinte maneira:

— metodologias demarcacionistas;

- demarcacionistas *stricto sensu* (justificacionismo); que concebem que a metodologia de investigação científica deve possibilitar a reconstrução racional da história da ciência e, prioritariamente, prescrever regras heurísticas para a descoberta científica;

- lógicas da descoberta (convencionalismo); concebem apenas a possibilidade de reconstruir racionalmente a história da ciência;

— metodologias irracionistas, que não concebem nem a possibilidade de prescrição de regras heurísticas para a ciência nem a possibilidade de uma reconstrução racional da história da ciência.

Lakatos baseia sua compreensão do problema da racionalidade da mudança científica a partir da exigência de abandono da demonstrabilidade dos enunciados da ciência provocado, especificamente, pelos argumentos estabelecidos por Popper. Por

esse motivo, seu tratamento do problema da racionalidade parte da noção falsacionista de honestidade intelectual:

“A honestidade intelectual não consiste em entrincheirar-se ou em assentar a própria postura demonstrando-a; ao invés disso, a honestidade intelectual consiste em especificar com precisão as condições segundo as quais se está disposto a abandonar a própria postura” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 8-9)

Mas se a percepção da impossibilidade da exigência de conhecimento demonstrado, por um lado, levou Popper a conceber uma nova metodologia de investigação, o falsacionismo metodológico, que primasse pela tentativa de um entendimento racional da mudança científica, por outro foi o catalisador do surgimento de programas que tratam a mudança científica como impossível de ser racionalizada, caso de Kuhn e Feyerabend que lançaram fortes objeções às idéias popperianas sobre a explicação da mudança científica:

“Para Kuhn, a mudança científica de um a outro paradigma é uma conversão mística que nem é nem pode ser governada pelas regras da razão e cai por completo dentro do reino da psicologia (social) do descobrimento. A mudança científica é uma mudança religiosa.” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 9)

A contundência com que Lakatos descreve a posição kuhniana deve-se à noção de que a possibilidade de reconstrução racional da mudança científica não é “*uma mera questão técnica de epistemologia*”, mas diz respeito a “*valores intelectuais centrais*”, e tem implicações não só na física teórica, mas também nas ciências sociais e inclusive na “filosofia moral” e política<sup>20</sup>. No artigo *Falsification and the methodology of scientific research programmes* (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>), Lakatos descreve a grande transformação que a queda da exigência de demonstrabilidade dos enunciados científicos provocou:

---

<sup>20</sup> *Op. cit.* p. 9

“... atualmente são poucos os filósofos e os cientistas que pensam que o conhecimento científico é ou pode ser conhecimento demonstrado. Mas poucos se deram conta de que com isso toda a estrutura clássica dos valores intelectuais ruiu e há de ser substituída: não se pode simplesmente passar do ideal de verdade demonstrada para o ideal de ‘verdade provável’ ou — como fazem alguns sociólogos do conhecimento — à ‘verdade por *consensus*’ (passível de mudanças).” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 8)

### *1 Noções Herdadas do Falsacionismo Metodológico Sofisticado*

A metodologia dos programas de investigação científica parte da crítica popperiana à exigência de demonstrabilidade dos enunciados científicos<sup>21</sup> ao mesmo tempo em que se coloca como uma nova definição universal de progresso<sup>22</sup>. Sob tais circunstâncias, a noção (universal) de progresso proposta por Lakatos está sujeita a ser compreendida como uma mera convenção, elaborada sob critérios subjetivos de corroboração e de explicação de fatos novos<sup>23</sup> por parte de um programa de investigação com relação aos seus rivais. Lakatos não só percebeu como procurou traçar os tênues limites que separam a sua metodologia dos programas de investigação do convencionalismo que define condições subjetivas sobre as quais se assenta a noção de progresso. Para Lakatos, está claro o tipo de convencionalismo a ser evitado, o “simplismo de Duhem”, assim como o caminho a ser traçado, partir de uma releitura da metodologia de Popper denominada falsacionismo metodológico sofisticado que, por sua vez, caracteriza-se pela tentativa de resposta ao seguinte problema: se as teorias científicas não podem ser consideradas nem provadas, nem prováveis e nem

---

<sup>21</sup> Vide seção 1, especificamente, p. 25.

<sup>22</sup> Vide seção 2, p. 26.

<sup>23</sup> Lakatos usa o termo “fato” para designar o que Popper conceitua por “ocorrência”, mas, muitas vezes “fato” também é utilizado em substituição a “enunciado singular”. Para uma definição dos conceitos de “fato”, “fato novo”, “corroboração” e “ocorrência” vide, nesse capítulo, a seção “Fato Novo e Corroboração”.

refutáveis, sobre que bases pode-se eliminar uma teoria científica em prol da aceitação de outra?

A resposta a essa pergunta passa pela compreensão da existência de uma diferença básica entre outros tipos de convencionalismo e o falsacionismo sofisticado proposto por Popper em 1934<sup>24</sup> e por Lakatos na *Metodologia dos programas de investigação científica* (Lakatos, 1984<sup>b</sup>: 32). Para o convencionalista, a ciência natural é tão somente uma construção lógica do homem, composta de convenções e decisões arbitrárias, como explica Popper:

“(…) Os convencionalistas parecem achar que esta simplicidade seria incompreensível e, em verdade, miraculosa se nos inclinássemos a crer, com os realistas, que as leis da natureza nos revelam uma simplicidade interior estrutural do mundo, sob sua aparência exterior de exuberante multiplicidade. O idealismo de Kant procurou explicar esta simplicidade afirmando que nosso intelecto é que impõe suas leis sobre a natureza. De maneira análoga, porém ainda mais arrojadamente, o convencionalista vê a simplicidade como nossa própria criação. Para ele, entretanto, não se trata do efeito de leis que nosso intelecto imponha à natureza, tornando-a simples — ele não acredita, em verdade, que a natureza seja simples. Simples são, apenas, as ‘leis da natureza’; e estas, sustenta o convencionalista, são nossas livres criações, nossas invenções, nossas decisões e convenções arbitrárias. (...)” (POPPER, 1972: 83)

Para o convencionalismo as leis da natureza, estabelecidas por nós, são necessárias para determinar o que é observação e mensuração em ciência. Assim, por exemplo, o enunciado “o ponto de fusão do chumbo é 335 graus C” é parte da

---

<sup>24</sup> POPPER. *Lógica da descoberta científica*. São Paulo: Ed. Cultrix, 1972. seção 19, p. 82-86.

definição de chumbo.<sup>25</sup> Segundo o convencionalista, só é possível utilizar um critério para decidir entre teorias ou sistemas teóricos na ciência, a saber, o princípio da simplicidade. A palavra “simplicidade” recebe muitas acepções por parte do convencionalismo, podendo indicar simplicidade metodológica, estética ou pragmática. Como lembra Schlick: “*É certo que só se possa definir o conceito de simplicidade por meio de uma convenção que sempre há de mostrar-se arbitrária*”<sup>26</sup>.

Mas como fugir do princípio da simplicidade, estabelecendo critérios não subjetivos para determinar quando uma teoria deve ser abandonada? Como, pergunta Lakatos, compreender o abandono da teoria aristotélico-ptolomaica e sua substituição pela copernicano-galileana, sem lançar mão da noção de simplicidade, que depende de gostos e modismos? Para Lakatos, é possível pelo menos melhorar<sup>27</sup> as noções convencionalistas a partir da leitura mais rigorosa e objetiva dos critérios de demarcação levados adiante por Popper. Tal qual o convencionalista, Popper admite que as teorias sempre podem ser reconciliadas com os enunciados básicos, com a ajuda de hipóteses auxiliares. O problema está em saber como hipóteses auxiliares podem ser utilizadas para reconciliar teoria e enunciado básico.

### 1.1 Enunciados Básicos

Popper (1972: seção 28) trata do requisito material que um enunciado básico deve satisfazer: o enunciado básico expressa que um evento observável está ocorrendo

---

<sup>25</sup> Para Popper (vide *op. cit.*, nota 2, p. 83-84), o enunciado sobre o ponto de fusão do chumbo é “*qua científico, sintético. Ele assevera, dentre outras coisas, que um elemento com dada estrutura atômica (número atômico 82), tem sempre aquele ponto de fusão, seja qual for o nome que dermos a esse elemento.*”

<sup>26</sup> SCHLICK. *Naturwissenschaften*, v. 19, 1931, p. 148. *apud* POPPER, 1972, seção 46, p. 158.

<sup>27</sup> Tanto Popper quanto Lakatos tratam a questão da superação do convencionalismo com delicadeza, pois não é certo que de fato seja possível eliminar uma explicação de tipo convencionalista:

“*Essas objeções de um convencionalista imaginário parecem-me incontestáveis [no que se refere ao critério de falseamento], tal como a própria filosofia convencionalista. Contudo, é impossível decidir, por análise de sua forma lógica, se um sistema de enunciados é um sistema convencional de definições implícitas e irrefutáveis ou se é um sistema refutável. (...) O único meio de evitar o convencionalismo é tomar uma decisão: a decisão de não aplicá-lo o método.*” (POPPER, 1972: seção 20, p. 86)

no lugar *k*.<sup>28</sup> Entenda-se por “observável” que os enunciados básicos devem ser testáveis intersubjetivamente, i.e., por observadores “*adequadamente colocados no espaço e no tempo*”. Não se deve, contudo, compreender o termo observável segundo uma explicação psicologista<sup>29</sup>. Para Popper o termo é empregado em substituição a um “*evento que envolve posição e movimento de corpos físicos macroscópicos*”.

“(…) (Ser essa estipulação praticável é circunstância que se relaciona ao fato de uma teoria que admite testes intersubjetivos admitir, ainda, testes intersensoriais. Equivale isso a dizer que testes que envolvem a percepção de um de nossos sentidos admitem, em princípio, a substituição por testes que envolvem outros sentidos.) (…)” (POPPER, 1972: seção 28, p. 110)

Assim, Popper tenta livrar o termo “observável” da interpretação necessariamente psicologista: “*Observações e percepções podem ser psicológicas, mas ‘observabilidade’ não é*”. O que não significa que o termo tenha sido definido ou mesmo que seja possível fazê-lo de antemão. É preferível tê-lo como termo não-definido que vem a tornar-se preciso conforme o uso, tal qual...

“conceito primitivo, cujo emprego o epistemólogo tem de aprender, muito à semelhança de como tem de aprender o termo ‘símbolo’, ou como o físico tem de aprender o termo ‘ponto-massa’ ” (POPPER, 1972: seção 28, p. 110)

Enunciado básico é, portanto, utilizado por Popper e por Lakatos como um enunciado que assevera uma ocorrência<sup>30</sup> observável em uma certa região do espaço em um certo período de tempo.

---

<sup>28</sup> Dos requisistos formais dos enunciados básicos, cf. Popper, p. 107-109.

<sup>29</sup> Popper distingue o ato de conceber ou inventar uma teoria (assunto da psicologia), que não requer análise lógica, da tentativa de justificar um enunciado e submetê-lo à prova, esta sim, tarefa da lógica do conhecimento (POPPER, 1972, seção 2, p. 32).

<sup>30</sup> Sobre o conceito “ocorrência”, veja, neste capítulo, a seção “Fato Novo e Corroboração”.

### 1.1.1 Dogmatismo, Regressão ao Infinito ou Psicologismo?

Para Popper, a aceitação de uma teoria decorre da relação que guarda com os enunciados básicos. A modificação da teoria pela inclusão de hipóteses auxiliares ou a sua substituição por outra teoria é, assim, decorrência da inadequação a um determinado enunciado básico (ou conjunto de enunciados básicos) que se decidiu, de antemão, aceitar. O enunciado básico ou o conjunto de enunciados básicos formam a chamada “base empírica” sem a qual nada pode ser dito sobre a aceitação ou não de uma teoria<sup>31</sup>. Contudo, do ponto de vista lógico (POPPER: seção 29, 1972), nunca estamos obrigados a interromper o processo de prova de uma teoria em um determinado enunciado básico porque este, por sua vez, pode ser submetido à prova<sup>32</sup> num processo que não tem fim. Assim, resta interromper o processo no ponto em que se esteja momentaneamente satisfeito.

O ponto pelo qual se opta para deter o processo é, assim, um ponto que permite a “prova”, isto quer dizer “*que estamos detendo em enunciados acerca de cuja aceitação ou rejeição é de esperar que os vários investigadores se ponham de acordo.*” (POPPER, 1972: 111). Caso não seja possível estabelecer acordo: (a) os investigadores continuam com o processo de busca de provas; (b) caso esse prosseguimento não dê resultado, o enunciado analisado deverá ser abandonado ou porque (b1) não era intersubjetivamente passível de prova ou (b2) não era observacional. Caso algum dia não se possa entrar em acordo com relação a enunciados observacionais, “isto equivaleria a falha da linguagem como veículo de comunicação universal”. Em outras palavras, valendo do exemplo de Popper, neste dia a ciência equivaleria a uma babel, na qual o processo de descoberta ver-se-ia reduzido ao absurdo.

---

<sup>31</sup> Para Popper, os enunciados que compõem a base empírica não são verificáveis a partir do recurso a experiências perceptuais. Enunciados só podem ser logicamente justificados por enunciados e as relações com as experiências perceptuais parecem ser obscuras. Com efeito, embora Popper admita que “*só tomamos conhecimento dos fatos pela observação*”, pondera que esse conhecimento “*não justifica nem estabelece a verdade de qualquer enunciado*” (POPPER, 1972: seção 27, 105).

<sup>32</sup> Para Popper, o processo de submeter um enunciado básico à prova pode ser efetuado utilizando-se enunciados básicos extraídos dele com o auxílio de uma teoria. Cf. p. 111.

J. F. Fries, em 1828<sup>33</sup>, preocupado com o problema da base empírica da ciência, afirma, como também o fazem Popper e Lakatos, que não se deve aceitar dogmaticamente os enunciados da ciência, mas justificá-los. Contudo, a exigência de justificação de enunciados, sob o aspecto lógico, só pode se dar por outros enunciados. A exigência de que todo enunciado deve ser justificado leva, portanto, a uma regressão ao infinito. Ora, pondera Fries, para evitar o dogmatismo e ao mesmo tempo o regresso ao infinito não resta outro recurso senão o psicologismo, i.e., a doutrina segundo a qual os enunciados encontram justificação em enunciados que se somam a uma certa experiência perceptual. Como posiciona-se Popper frente ao trilema<sup>34</sup> daí resultante: os enunciados básicos são dogmas, requerem uma regressão ao infinito ou uma justificação psicologista? Nem o dogmatismo nem o psicologismo são soluções aceitáveis ao racionalismo crítico de Popper, que parece encontrar apenas uma solução provisória que não escapa a um certo tipo de convencionalismo; tal posição pode ser concebida nos seguintes termos:

1 - os enunciados básicos aceitos provisoriamente como suficientes para a prova da teoria têm caráter dogmático, mas apenas na medida em que, provisoriamente, desista-se de justificá-los por outros argumentos ou outras provas; trata-se de um “dogmatismo inócuo” pois, a qualquer momento, pode ser facilmente posto à prova;

2 - o fato dos enunciados serem aceitos apenas provisoriamente leva à possibilidade de regressão ao infinito, ou seja, uma cadeia infinita de justificações; contudo, essa regressão também é inócua, posto que não se exige da teoria a disposição de estar de acordo com qualquer enunciado básico;

3 - de fato a decisão de aceitar um determinado conjunto de enunciados básicos, dando-os por satisfatórios, está relacionada às experiências perceptivas do

---

<sup>33</sup> FRIES. *Neue oder anthropologische Kritik der Vernunft*. 1828 a 1831. apud POPPER, 1972, seção 25.

<sup>34</sup> Conhecido como Trilema de Fries.

homem, porém não se usa das experiências perceptivas para justificar enunciados básicos, desde que se entenda as experiências apenas como motivadoras de uma decisão de aceitação ou rejeição de um enunciado, mas nunca como sua justificação: “*um enunciado básico não pode ver-se justificado por elas [experiências perceptivas] — não mais do que por um murro na mesa*”.

### 1.1.2 Sobre a Decisão de Aceitação ou Rejeição de um Enunciado Básico

Popper acaba por afirmar, então, que a aceitação ou não de um enunciado básico é o resultado de uma convenção, um processo de escolha, pautado em normas cuja a principal é não aceitar enunciados básicos desconexos ou dispersos, mas somente aqueles que surjam do processo de aplicação de uma teoria:

“A concordância quanto à aceitação ou rejeição de enunciados básicos é alcançada, geralmente, na ocasião de *aplicar* uma teoria; a concordância, em verdade, é parte de uma aplicação que expõe a teoria à prova. Chegar à concordância sobre enunciados básicos é, como outras formas de aplicação, realizar uma ação intencional, orientada por diversas considerações teóricas.”  
(POPPER, 1972: seção 30, p. 114)

O teórico propõe problemas bem delimitados ao experimentador que, por sua vez, busca respostas a esses problemas e não a outros. Tenta excluir todos os outros problemas: “*assim, ele [o experimentador] faz a prova com respeito a uma questão única, ...tão atento quanto possível a ela, mas tão insensível quanto possível a todas as demais questões conexas...*” (POPPER: 1972, p. 115). A teoria é, para Popper, anterior e definidora da experiência, sendo um erro supor que o experimentador lance luz sobre o trabalho do teórico ou que lhe possa oferecer base de apoio em generalizações indutivas. Ao contrário, quando se processa a experiência, o teórico já realizou o trabalho mais importante e definiu claramente o problema.

A aceitação da teoria, para Popper, não tem base na experiência perceptual<sup>35</sup> nem mesmo pela justificação da preferência de um certo conjunto de enunciados básicos. A teoria escolhida é a que se mantém quando confrontada com suas rivais (ponto que, em Lakatos, é desenvolvido como o epicentro da metodologia dos programas de investigação científica):

“A preferência não se deve, por certo, a algo que se aproxime de uma justificação experiencial de enunciados que compõem a teoria; não se deve a uma redução lógica da teoria à experiência. Optamos pela teoria que melhor se mantém, no confronto com as demais; aquela que, por seleção natural, mostra-se mais capaz de sobreviver.” (POPPER, 1972: seção 30 p. 116)<sup>36</sup>

A “capacidade de sobreviver” de uma teoria é, para Popper, resultado de sua adequação ou não aos enunciados empíricos que formam a base da ciência; adequação que, por sua vez, é o resultado de decisões. Assim, como diz Popper, “*as decisões estabelecem o destino das teorias*” (*id. ib.*). Ora, parece então que Popper chega a um ponto em que a resposta dada à questão sobre o modo pelo qual se opta por teorias pouco diferencia da resposta convencionalista, sendo o critério de simplicidade substituído pelo de utilidade. Guarda-se, contudo, uma diferença: enquanto para o convencionalismo as decisões afetam diretamente a escolha de enunciados universais, para Popper somente influem na escolha de enunciados singulares, ou seja, enunciados básicos. Um convencionalista opta, numa escolha entre teorias (ou sistemas de teorias), pela mais simples — escolha que é governada pelo princípio da simplicidade. Popper propõe que as teorias em conflito sejam avaliadas pela adequação ou inadequação ao conjunto de enunciados básicos. A escolha de uma teoria é uma questão prática<sup>37</sup>, isto é, decidida pela aplicação da teoria e pela aceitação dos enunciados básicos relacionados à aplicação.

---

<sup>35</sup> Vide acima nota 31, p. 30.

<sup>36</sup> Grifo meu.

<sup>37</sup> Popper: “*Contudo, a meu ver, a escolha é decisivamente influenciada pela aplicação da teoria e pela aceitação dos enunciados básicos ligados à aplicação; para o convencionalista, motivos estéticos são decisivos.*” (POPPER, 1972: seção 30, p. 116)

Popper ressalta, ainda, que a “decisão” a que faz referência é, sempre, governada por normas, tal qual pode ser melhor compreendido na analogia do processo de julgamento por um júri. Na ciência, o experimentador faz o papel do júri, que proclama o *vere dictum*, i.e., o dito verdadeiro, mas só o faz em vista de um problema definido e claro que lhe é apresentado: *quid facti*. O “*quid facti*” não é formulado de modo aleatório, depende do sistema de teorias sob o qual se trabalha, como num julgamento a questão formulada depende do direito penal. Decidindo a favor, o experimentador, assim como o júri, aceita que há concordância da coisa julgada com um enunciado sobre uma ocorrência<sup>38</sup> factual. A importância dessa decisão reside em que dela, combinada com enunciados universais (como no exemplo, as leis que compõem o direito penal), se extraíam conseqüências: na ciência, a aplicação do sistema teórico, tido como verdadeiro, no julgamento, a aplicação de uma sentença. Porém há possibilidade de revogação ou a revisão do veredito, o qual nunca poderá se justificar pelas convicções subjetivas dos jurados. Contudo, as convicções subjetivas inevitavelmente interferem na decisão tomada; trata-se dos motivos da decisão, sobre os quais incidem leis psicológicas.

Uma vez tomado o veredito, tem lugar o julgamento do juiz que, contrastando com o júri, é dado “racionalmente”<sup>39</sup>, ou seja, requer uma justificação, dada com base em outros enunciados. Por ser racional, o julgamento pode ser contestado com argumentos lógicos, enquanto o veredito não. A decisão do júri só pode ser contestada em sua forma, não em seu conteúdo, i.e., somente quanto às regras procedimentais seguidas para a tomada de decisão. Já o conteúdo da decisão não pode ser logicamente contraposto por tratar-se de uma motivação não-justificada.

---

<sup>38</sup> O conceito de “ocorrência” será tratado a seguir.

<sup>39</sup> A tomada de posição do júri (motivos da decisão) difere da tomada de posição do juiz (tomada racionalmente). O júri é guiado por motivações de ordem exclusivamente psicológica, a ele cabe decidir pela culpa e pela inocência do réu, enquanto ao juiz, cabe a decisão pelo apenamento do réu e pela garantia de que o processo correu segundo as normas contidas no código processual. Deste modo, é o juiz e não o júri que deve justificar sua decisão, diante da comunidade de operadores do direito, embasando-a no conjunto de leis e normas formado pelos códigos de direito. Cabe ressaltar que tal analogia não leva em conta as especificidades processuais de um sistema jurídico (assim como o exemplo de *A lógica da*

Tal qual a decisão do júri, a escolha dos enunciados básicos é parte da própria aplicação de um sistema teórico, não sendo uma escolha absoluta é, contudo, o pântano em que se assenta o edifício da ciência: figura que, em Popper, é construída partindo dos seguintes pares de opostos: absoluto-subjetivo e relativo-objetivo<sup>40</sup>; i. e., Popper parece ceder à concepção segundo a qual o desejo do absoluto pede, necessariamente, a subjetividade, e o anseio pela objetividade não pode evitar o relativismo:

“A base empírica da ciência objetiva nada tem, portanto, de ‘absoluto’. A ciência não repousa em pedra firme. A estrutura de suas teorias levanta-se, por assim dizer, num pântano. Assemelha-se a um edifício construído sobre pilares. Os pilares são enterrados no pântano, mas não em qualquer base natural ou dada. Se deixamos de enterrar mais profundamente esses pilares, não o fizemos por termos alcançado terreno firme. Simplesmente nos detemos quando achamos que os pilares estão suficientemente assentados para sustentar a estrutura — pelo menos por algum tempo.” (POPPER, 1972: seção 30, p. 119)

## 1.2 Hipóteses Auxiliares e Séries de Teorias

A reconciliação da teoria com os enunciados da base empírica ocorre, segundo Popper, na maioria das vezes com o uso de hipóteses auxiliares e acontece antes que qualquer tentativa de refutação seja levada a termo. As hipóteses auxiliares têm, em Popper, a função de ajustarem a teoria para que escape a uma dificuldade (anomalia). Popper procura marcar a diferença do uso de hipótese auxiliares com o convencionalismo pela tentativa de estabelecimento de regras que permitam separar

---

*pesquisa científica* não se esmera em representar o sistema jurídico alemão ou outro qualquer em especial).

<sup>40</sup> WEYL. *Philosophy of mathematics and natural science*. Princeton: Princeton University Press, 1949. Vide também POPPER, 1972: nota 4, p. 119.

as hipóteses que produzem ajustes científicos das que produzem ajustes pseudo-científicos, ou seja, mudanças teóricas irracionais: neste último caso, as hipóteses são chamadas *ad hoc*, simples “alterações lingüísticas”, “estratagemas convencionalistas”. Para Popper, o acréscimo de uma hipótese auxiliar pode ser compreendido da seguinte forma:

— **progressivo** à teoria, quando um ajuste teórico que se faz com o auxílio de hipóteses auxiliares, aumenta o grau de falseabilidade da teoria; se o grau de falseabilidade aumenta, as hipóteses auxiliares representam um reforço para a teoria que passa a rejeitar mais do que rejeitava antes e isto deve ser interpretado como progresso teórico.

“...a introdução de uma hipótese auxiliar deve sempre ser encarada como uma tentativa de construir um novo sistema; e esse sistema novo deve sempre ser julgado sob o prisma de saber se, adotado, corresponde a um real avanço do conhecimento acerca do mundo.” (POPPER, 1972: seção 20, p. 87)

— **inócuo**, caso em que há acréscimo de enunciados singulares à base de uma determinada teoria; embora chamados de “hipóteses auxiliares” e introduzidos com o objetivo de auxiliar a teoria, não causam efeito algum como por exemplo, uma observação ou medida que não pode ser repetida;

— ***ad hoc***, hipóteses auxiliares que, inseridas na teoria, não aumentam o grau de falseabilidade da teoria, trata-se, na maioria das vezes, de truques lingüísticos.

A partir da análise de Popper sobre o uso de hipóteses auxiliares, Lakatos elabora uma extrapolação ao sugerir a compreensão do mecanismo proposto não mais em uma teoria ou conjunto, mas em uma série de teorias que se sucedem no tempo:  $T_1, T_2... T_n$ . Nesta série, considera-se que cada teoria subsequente é obtida pela anexação de hipóteses auxiliares ou pela reinterpretação da teoria prévia com o objetivo de acomodar uma anomalia (inadequação com a base empírica) de modo que

cada teoria tenha, pelo menos, o conteúdo não refutado que possuía sua predecessora. Segundo a análise de Lakatos, que é uma modificação que incorpora a análise de Popper, a série de teorias pode ser:

— **teoricamente progressiva**, quando constitui uma “mudança na problemática teórica”, sendo esta mudança “progresso” se cada nova teoria possui excesso de conteúdo empírico com relação a sua predecessora, i.e., prediz algum fato novo;

— **empiricamente progressiva**, quando constitui uma mudança na problemática empírica, ou seja, se parte do excesso de conteúdo empírico da teoria é corroborado (vale dizer, se a nova teoria resulta na descoberta de um fato novo);

Entende-se por progresso a mudança da problemática teórica ou empírica com relação a fato novo e sua corroboração e por retrocesso o oposto. O progresso, então, é medido pela descoberta de fatos novos proporcionados pelas mudanças nas séries de teorias. Uma teoria de uma série é falseada quando é superada por sua sucessora que possui um grau de corroboração maior.

### 1.2.1 Fato Novo e Corroboração

Surge, então, a necessidade de explicitar o que Lakatos (1984<sup>b</sup>: 48-49) entende por fato novo e corroboração. “Fato novo” designa aumento de conhecimento. Exemplificando:

$P_1$ : “O cisne A é branco”

$P_{(1)}$ : “Todos os cisnes são brancos”

O enunciado  $P_{(1)}$  não pode conduzir a nenhum aumento de conhecimento, na medida em que conduz apenas à adição de fatos similares e não novos, tipo:

P<sub>2</sub>: “O cisne B é branco”

Ou seja, para Lakatos, generalizações empíricas (no caso de serem possíveis) não constituem progresso no conhecimento. Um fato novo deve ser ou improvável ou impossível à luz das teorias prévias à sua predição (progresso teórico) ou à sua **corroboração**, i.e., descoberta experimental, entendida como a aceitação de um enunciado singular como pertencente à base empírica da ciência.

A concepção que Lakatos tem de fato novo substitui, em seu programa de investigação científica, o conceito realista que Popper introduz de “ocorrência”. Para Popper, “ocorrência” é o que o enunciado singular (básico) descreve: “*Em vez de falar de enunciados básicos que são rejeitados ou proibidos por uma teoria, podemos dizer que a teoria rejeita certas ocorrências possíveis...*” (POPPER, 1972: seção 23, p. 93). Assim, para o falsacionismo de Popper, uma teoria é falseada quando, de antemão, rejeita certas ocorrências e estas depois se manifestam.

A ocorrência é definida pela exigência de que dois enunciados singulares logicamente equivalentes (i.e., que possam ser deduzidos um do outro) descrevam-na. Os enunciados singulares, então, seriam representantes de ocorrências, enquanto os enunciados universais somente podem representar uniformidades ou regularidades de ocorrências. Popper, contudo, não necessita da noção de que enunciados universais representem uniformidades, visto que está interessado apenas “*naquilo que os enunciados universais excluem*”. Já Lakatos parece aproveitar-se dessa noção, ao estar preocupado não somente com o falseamento mas, principalmente, com o acréscimo de fatos novos que uma teoria possa acarretar em relação à sua predecessora.

### 1.2.2 Avaliação de Séries de Teorias

A diferenciação feita entre tipos de mudanças científicas, aliada à definição de progresso de Lakatos, que inclui o conceito de fato novo e de corroboração empírica,

permite conceber um modo de avaliação de teorias. A avaliação não se dá sobre uma teoria isolada, mas sobre uma série de teorias e parte do seguinte pressuposto:

“Se desenvolvermos uma teoria para resolver a contradição entre uma teoria prévia e um contra-exemplo, de forma tal que a nova teoria em lugar de oferecer uma explicação incrementadora de conteúdo (científico), só ofereça uma reinterpretação lingüística, que diminui o conteúdo, a contradição acaba por ser resolvida somente de forma semântica e não-científica. Um fato dado explica-se cientificamente só quando outro fato novo acaba por ser explicado, além do primeiro.” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 49)

Lakatos, a partir de sua interpretação do falsacionismo de Popper, transforma o problema de como avaliar teorias no problema de como avaliar séries de teorias, o que faz da aplicação do termo “científico” a uma teoria isolada um equívoco grave. O requisito empírico de uma teoria deixa de ser a correspondência com fatos observados e passa a ser a produção de fatos novos, noção que leva necessariamente em conta a teoria predecessora. Assim, para Lakatos, o caráter empírico de uma teoria é reduzido à noção de crescimento empírico (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 50). Como a noção de crescimento está relacionada à predição e descoberta de fatos novos, podemos afirmar que o caráter empírico de uma teoria encontra-se, para Lakatos, necessariamente vinculado, senão reduzido, à noção de progresso. Dessa forma, o falsacionismo metodológico (chamado “sofisticado” quando trata de séries de teorias como unidades de análise da mudança científica) estabelece:

a - que uma decisão de avaliação de teoria científica não depende de resultados de experimentos;

b - que se os experimentos confirmam uma teoria, então pode-se aceitá-la, mas provisoriamente;

c - que se os experimentos contradizem uma teoria, podemos refutá-la;

d – que de qualquer forma, não é um acordo sobre os enunciados básicos o último termo de decisão sobre o destino de uma teoria;

e - que uma teoria só pode ser falseada se houver a emergência de uma teoria melhor, pronta a substituí-la (i.e., que possua o conteúdo empírico corroborado da teoria que está substituindo, além de acarretar acréscimo de fatos novos).

Assim, Lakatos pretende evitar o caráter negativo do falsacionismo (ingênuo) de Popper, ou seja, progresso deixa de ser compreendido somente como a eliminação de conjecturas falseadas e passa a ser uma noção vinculada à predição e descoberta de fatos novos. E como só é possível tratar de fatos novos no contexto de uma série de teorias, a relação entre a teoria e sua base empírica deixa de ser o único critério de avaliação:

“(…) Naturalmente, se o falseamento depende do surgimento de teorias melhores, da invenção de teorias que antecipem fatos novos, então o falseamento *não* é simplesmente uma relação entre uma teoria e a base empírica, mas uma relação múltipla entre teorias rivais, a ‘base empírica’ original e o ‘crescimento empírico...’ (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 51)

A aceitação ou rejeição de um enunciado básico perde importância na avaliação de uma teoria. O problema, afirma Lakatos, não reside em saber quando devemos acatar uma teoria em vista de fatos conhecidos e quando devemos descartá-la: “*O problema não está em saber o que fazer quando as ‘teorias’ entram em conflito com os ‘fatos’*” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 61). Isto porque um conflito desse tipo sugere uma análise centrada em uma única teoria (modelo dedutivo monotéorico) e depende da decisão metodológica de que um enunciado singular constitua um enunciado básico, ou um enunciado universal constitua uma teoria. A noção de base empírica da teoria é parte da análise monotéorica e, embora seja possível utilizá-la como uma primeira aproximação a uma teoria que se pretenda analisar, deve-se estar atento para o surgimento da necessidade do modelo de avaliação que leva em conta séries de

teorias (modelo pluralístico), no qual não se enfatiza o conflito entre teoria e fato, mas entre teorias de uma mesma série.

Para Lakatos, avaliação do conflito entre teoria e fato deve ser considerada enquanto descrita pela alegoria do julgamento, de Popper (discutida acima). Mas, retomando a alegoria, quando há um procedimento de apelação da decisão do júri, o que passa a ser crucial é a relação entre teorias ou, como diz Lakatos, “...o problema é qual teoria vamos considerar como interpretativa de fatos sólidos, e qual teoria os explica...” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 62). O problema, portanto, não traz mais como consequência a substituição de uma teoria refutada pela inadequação a enunciados básicos e passa a ser a questão de como resolver inconsistências entre teorias interrelacionadas:

“Por isso estabelecemos um procedimento de apelação para o caso de que o teórico deseje por em dúvida o veredicto negativo do júri [experimentador]. O teórico pode pedir que o experimentador especifique sua ‘teoria interpretativa’ e pode substituí-la (diante do desespero do experimentador) por outra melhor, a partir da qual sua teoria originalmente refutada pode obter um valor positivo.” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 63)

Para Lakatos, no caso de veredictos negativos, o júri instituído pode ter de assistir, atônito e impotente, o não acatamento da decisão proferida devido a uma apelação aceita por um tribunal de alçada. Agindo-se dessa forma, posterga-se a decisão convencionalista, embora sem eliminá-la, visto que mesmo a decisão do tribunal de alçada não é infalível. Na resposta à apelação novamente está em cena a figura da “decisão” sobre a aceitação ou não de enunciados básicos. Assim, as dificuldades sobre a base empírica permanecem, e a “*experiência segue sendo o árbitro, em um sentido importante, imparcial da controvérsia científica*” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 64). Não é possível evitar o problema da base empírica, se se quer “aprender” com a experiência, embora seja possível tornar a “aprendizagem” menos dogmática:

“Ao considerar certas teorias observacionais como problemáticas, podemos fazer com que nossa metodologia seja mais flexível; mas não podemos expressar e incluir em nosso modelo dedutivo crítico todo o ‘conhecimento básico’ (ignorância básica). Este processo deve ser fragmentário e em algum momento será necessário traçar uma linha convencional.”  
(LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 64)

Com o falsacionismo sofisticado é possível modificar o modo de avaliação de teorias e tratar de séries de teorias, mas ainda assim não se leva em conta que as séries de teorias estão relacionadas em uma “*notável continuidade*” que as agrupa em “*programas de investigação*”. A percepção da necessidade de compreender a relação entre as séries de teorias em programas de investigação requer um olhar atento à história da ciência e deve, portanto, preocupar-se com a reconstrução histórica; esta é a principal diferença do falsacionismo metodológico sofisticado para a metodologia dos programas de investigação científica, proposta por Lakatos.

## ***2 A Metodologia dos Programas de Investigação Científica***

É nesse contexto da filosofia da ciência que Lakatos elabora sua metodologia, denominada “metodologia dos programas de investigação científica”, como uma nova lógica da descoberta cujo objetivo é possibilitar uma reconstrução racional da história da ciência e, ao mesmo tempo, escapar às críticas irracionalistas lançadas contra o demarcacionismo:

“[...] A metodologia dos programas de investigação científica é uma nova metodologia demarcacionista (i.e., constitui uma definição universal de progresso) que tenho defendido durante anos e que, em minha opinião, escapa, ao mesmo tempo, de algumas críticas que os elitistas e os relativistas dirigiram contra o indutivismo, o falsacionismo e outras metodologias.”  
(LAKATOS; ZAHAR, 1984: 168-169; 178-179)

Com o intuito de estabelecer as condições necessárias para uma história da ciência racionalmente reconstruída, Lakatos desenvolve seu projeto filosófico em duas frentes. Na filosofia da ciência, como foi comentado acima, por meio da criação de uma metodologia que possibilite reconstruir os programas de investigação da ciência (trata-se da Metodologia dos Programas de Investigação Científica). E na história da ciência, por meio da criação de um método que possibilite a avaliação da reconstrução histórica promovida pelas metodologias elaboradas pela filosofia da ciência. Avaliação que tem, para Lakatos, a função de permitir que se opte pela metodologia que possibilite uma reconstrução racional “mais abrangente” da história da ciência, i.e., a metodologia que menos recorra a elementos externos à ciência para explicá-la<sup>41</sup>.

A metodologia dos programas de investigação científica, apresentada pela primeira vez em 1970, no *artigo The falsification and the methodology of scientific research programmes* (LAKATOS, 1986<sup>b</sup>), tem por finalidade a constituição de uma estrutura-mínima a partir da qual, para Lakatos, pode-se reconstruir a história da ciência e seu desenvolvimento ao longo do tempo. Essa estrutura mínima, denominada “programa de investigação científica”, é, por princípio, considerada por Lakatos como a menor unidade de avaliação da reconstrução histórica da ciência, a partir da qual se deve compreender as mudanças ocorridas na ciência ao longo do tempo:

“A primeira coisa que devo destacar é que minha unidade de avaliação não é uma hipótese isolada (ou um conjunto de hipóteses); é um programa de investigação. [...] Tanto Ptolomeu quanto Copérnico<sup>42</sup> trabalharam com programas de investigação...” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 178-180)

---

<sup>41</sup> A noção de “abrangência” da reconstrução histórica da ciência em Lakatos será abordada no próximo capítulo, que versa sobre as noções de história interna e história externa (vide p. 61 e item “a avaliação dos programas de investigação historiográfica”, p. 68 *passim*).

Por “programas de investigação científica”<sup>43</sup> Lakatos designa o patrimônio teórico-conceitual que serve de guia para a pesquisa científica. Assim, por exemplo, entenda-se o programa aristotélico-ptolomaico, o copernicano-galileano, o newtoniano. Entretanto, seja qual for o programa de investigação científica que se esteja reconstruindo historicamente, ele deve ser composto pela seguinte estrutura mínima:

1 - (N) Núcleo Duro<sup>44</sup>; chamado assim por conter as partes do programa que não podem ser descartadas, partes essas que são:

1.1 - (N<sub>b</sub>) Heurística Negativa; critérios que impedem o cientista de alterar o Núcleo Duro (N);

1.2 - (N<sub>t</sub>) Conjunto de Teorias da Ciência; unidades teóricas mínimas que não podem ser alteradas;

2 - (C) Cinturão de Hipóteses Auxiliares; contém hipóteses elaboradas e constantemente reelaboradas ou substituídas com o intuito de resolver anomalias do programa. O Cinturão possui, ainda:

2.1 - (C<sub>b</sub>) Heurística Positiva; conjunto de critérios que fornece os instrumentos necessários à elaboração de (C) e permite ao-cientista perceber, dentre as muitas anomalias que surgem em seu programa, quais devem ser solucionadas primeiro, por acarretarem maior dano.

Para Lakatos, qualquer programa de investigação científica contém um (N) núcleo duro, constituído por um (N<sub>t</sub>) conjunto reduzido de teorias da ciência e uma

---

<sup>42</sup> Sobre como Lakatos compreende os trabalhos astronômicos de Ptolomeu e Copérnico como programas de investigação, vide “Capítulo III - Lakatos e a Reconstrução Racional da Revolução Copernicana, p. 78”.

<sup>43</sup> Essa concepção de Lakatos está presente em vários de seus artigos:

“O programa [de investigação] consiste em regras metodológicas: umas nos dizem que caminhos devemos evitar... e outras que caminhos seguir...” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 47)

“Cada uma [das metodologias da filosofia da ciência] caracteriza-se por um conjunto de regras que aceitam ou refutam (como científico) as teorias ou os programas de investigação.” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 103)

<sup>44</sup> Tradução para *hard core*.

(N<sub>h</sub>) heurística negativa que impede que os cientistas que se submetam ao programa alterem as teorias e a própria heurística negativa que fazem parte do núcleo: “*Todos os programas de investigação científica caracterizam-se pelo seu núcleo. A heurística negativa do programa nos proíbe de dirigir o modus tollens a esse núcleo.*” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 48)

O empecilho de modificação do núcleo criado pela heurística negativa, aliado ao aparecimento de problemas não solucionados pelas teorias que caracterizam o surgimento do programa, faz com que haja, ao redor do núcleo, um (C) cinturão de hipóteses auxiliares protetoras do núcleo. Esse cinturão tem por finalidade acomodar os problemas não solucionados pelas teorias do núcleo do programa:

“...devemos empregar nosso engenho para articular ou inventar ‘hipóteses auxiliares’ que formem um cinturão protetor ao redor do núcleo, e devemos, então, redirecionar o *modus tollens* para esse cinturão. É o cinturão de hipóteses auxiliares que deve resistir ao peso dos testes e ser ajustado e novamente ajustado, ou mesmo ser completamente substituído para defender o núcleo que, desse modo, torna-se sólido.” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 48)

Lakatos distingue em três os tipos de hipóteses auxiliares que fazem parte do cinturão protetor. Contudo os três tipos, ao contrário do falsacionismo metodológico caracterizam-se por serem *ad hoc*, i.e., serem hipóteses construídas com o fim de explicar fatos já conhecidos e explicados por programas rivais<sup>45</sup>. Originalmente, as hipóteses *ad hoc* são introduzidas para explicar os fatos não explicados pelas teorias componentes do núcleo duro, seja para dar conta de fatos novos para um determinado programa, seja para dirimir problemas explicativos acarretados pela complexidade crescente do próprio cinturão de hipóteses auxiliares. Os três tipos de hipótese *ad hoc* são:

---

<sup>45</sup> Lakatos compreende a mudança científica sempre da perspectiva da existência de uma batalha entre programas de pesquisa.

— As hipóteses *ad hoc*<sub>1</sub> e *ad hoc*<sub>2</sub> que são elaboradas tendo em vista a heurística positiva: *ad hoc*<sub>1</sub> são as hipóteses que têm um excesso de conteúdo empírico corroborado em relação às suas predecessoras que necessitaram ser substituídas; *Ad hoc*<sub>2</sub> são as hipóteses que tem conteúdo empírico “a mais”, em relação às anteriores, só que esse conteúdo “a mais” não se encontra corroborado<sup>46</sup>;

— E as hipóteses que não são *ad hoc* no mesmo sentido das outras (*ad hoc*<sub>1</sub> e *ad hoc*<sub>2</sub>) posto que não foram desenvolvidas a partir de uma heurística positiva (*ad hoc*<sub>3</sub>). E exatamente por não serem determinadas pela heurística positiva, da qual trataremos mais detalhadamente a seguir, é que podem ser denominadas *ad hoc*, pois essa classe de hipóteses auxiliares desvia o cientista dos principais problemas<sup>47</sup> a serem solucionados para a manutenção do programa de investigação como sendo progressivo: “Uma parte do crescimento cancerígeno das ciências sociais contemporâneas reside na existência de uma rede dessas hipóteses *ad hoc*<sub>3</sub>...” (LAKATOS; ZAHAR, 1984: 112, nota 2)

Cabe ressaltar que a solução de problemas e a criação de um cinturão de hipóteses auxiliares protetoras do núcleo não é feita de maneira aleatória ou eclética. O que determina a possibilidade de uma solução a partir da criação ou da reelaboração de uma hipótese auxiliar é a existência de uma ( $C_h$ ) heurística positiva, própria de cada programa. A heurística positiva é uma política<sup>48</sup> de solução de problemas a longo prazo:

---

<sup>46</sup> Permanece aqui a distinção falsacionista sofisticada de teoricamente progressivo (*ad hoc*<sub>2</sub>), i.e., mudança da problemática teórica que leva a um excesso de conteúdo empírico e progresso empírico, e empiricamente progressivo, i.e., mudança da problemática empírica que leva a excesso de conteúdo empírico corroborado (*ad hoc*<sub>1</sub>); sempre tratando-se de uma análise que supõe a relação com o conteúdo empírico anterior do programa ou de seus rivais. Vide abaixo as seções “Hipóteses Auxiliares e Séries de Teorias” e “Fato Novo e Corroboração”.

<sup>47</sup> As hipóteses desse tipo são *ad hoc* por que não proporcionam uma mudança na problemática teórica ou empírica que seja voltada à solução de anomalias e nem representam aumento de poder explicativo. São *ad hoc* no sentido em que seriam inócuas para Popper (vide seção “Hipóteses Auxiliares e Séries de Teorias”).

<sup>48</sup> LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 49.

“A heurística negativa especifica o ‘núcleo’ do programa que é irrefutável pela decisão metodológica de seus protagonistas; a heurística positiva consiste em um conjunto parcialmente articulado de sugestões e indicações sobre como mudar, desenvolver as variantes refutáveis do programa de investigação, como modificar, sofisticar o cinturão refutável de proteção.”  
(LAKATOS 1984<sup>b</sup>: 50)

A heurística positiva é também a responsável por não permitir que o cientista torne-se disperso frente a grande quantidade de anomalias que assolam o programa. Ela ajuda-o a definir quais são os problemas prioritários a serem solucionados, lhe indica que caminhos deve seguir<sup>49</sup>.

Cabe ressaltar também que, a despeito da grande flexibilidade para a solução de problemas, um programa nunca está completamente isento de anomalias. O próprio recorte epistemológico do núcleo duro, mantido pela heurística negativa a que todos os programas estão sujeitos, impõe um limite à flexibilidade do cinturão de hipóteses auxiliares. É exatamente o desempenho desse cinturão protetor, formado pelos três tipos de hipóteses *ad hoc*, na defesa do núcleo, por meio da solução de novos e velhos problemas, que define o êxito do programa de investigação científica. Se o programa leva a uma mudança progressiva de problemas, por meio da solução de problemas preexistentes e da predição de fatos novos, então ele é progressivo. Se o programa não leva mais à predição de fatos novos, mas ainda funciona para a solução de problemas preexistentes, então ele está estagnado. Mas o programa é degenerativo se, mesmo predizendo fatos novos, o faz mediante uma sucessão de explicações e não a partir de uma heurística positiva, previamente planejada. A classificação de um programa em progressivo, estagnado ou degenerativo dá-se com relação a três tipos<sup>50</sup> de

---

<sup>49</sup> Para uma discussão sobre a heurística positiva, vide a seção “Heurística e Base Epistêmica da Ciência”, p. 48

<sup>50</sup> Inicialmente, em LAKATOS, 1984<sup>b</sup>, publicado pela primeira vez em 1970, não há menção da existência de programas estagnados. Essa nova divisão foi introduzida na metodologia *a posteriori*, em LAKATOS; ZAHAR, 1984, publicado pela primeira vez em 1976. Assim

enfrentamento que estão presentes a qualquer programa, ou seja, o seu desenvolvimento teórico, heurístico e empírico (i.e., quanto a sua adequação empírica). Assim um programa pode ser teoricamente progressivo “...se cada modificação conduz a novas e inesperadas predições...” e empiricamente progressivo “...se ao menos algumas dessas novas predições [teóricas] forem corroboradas.”; e se as mudanças que acarretaram progresso teórico e empírico forem feitas de acordo com as especificações da heurística positiva do programa, então ele será heurísticamente progressivo (Lakatos, 1984<sup>b</sup>: 179-183 *passim*). Raras vezes o progresso de um programa, está orientado exclusivamente por uma dessas modalidades. Tampouco essa forma de classificação pode ser considerada como exaustiva; trata-se de tipos conceituais puros construídos para os fins da **pesquisa histórica**. Esta é a estrutura mínima a partir da qual Lakatos pretende que se possa reconstruir racionalmente a história dos programas de investigação científica.

### **3 Heurística e Base Epistêmica da Ciência**

Uma vez tendo detalhado a estrutura da metodologia dos programas de investigação científica de Lakatos, resta perguntar sobre o estatuto epistêmico da heurística e sua importância como procedimento para a elaboração de novas teorias ( $C_h$ ) e manutenção do núcleo duro ( $N_h$ ) dos programas de investigação científica. Os procedimentos que compõem a heurística positiva são os responsáveis pela criação do cinturão de hipóteses auxiliares protetores do núcleo duro do programa, enquanto a heurística negativa é a responsável pelo grau de “dureza” do núcleo, i.e., por estabelecer os limites de atuação da heurística positiva. Assim, a heurística é determinante do progresso, da estagnação ou da degeneração do programa, uma vez que tal classificação recai sobre o produto da heurística positiva, as hipóteses auxiliares.

---

como também encontramos, nesse último texto, uma divisão dos programas progressivos, estagnados ou degenerativos segundo três tipos: teoricamente, empiricamente e heurísticamente.

A noção de procedimentos heurísticos foi herdada por Lakatos de Popper, assim como a classificação dos resultados da heurística. Porém, Lakatos introduz modificações tanto na heurística quanto na classificação. Em Lakatos, heurística deixa de ser compreendida apenas como o preceito de “ousadia nas conjecturas e rigor nas refutações” que para Popper se dá no embate entre uma teoria e sua inadequação à enunciados básicos e passa a ser a questão de como resolver inconsistências entre as teorias interrelacionadas do mesmo programa. A classificação dos programas deixa de ser feita, como em Popper, apenas tendo em conta o grau de falseabilidade de uma teoria e passa a ser feita tendo em conta a predição de fatos novos<sup>51</sup>, sejam os fatos corroborados ou não (progresso empírico e progresso teórico, respectivamente), seja a predição obtida somente por intermédio dos procedimentos da heurística positiva (progresso heurístico) ou não.

Dada a significativa participação dos procedimentos heurísticos na formulação de teorias e também na classificação dos programas, pergunta-se: os procedimentos heurísticos são racionais, segundo os critérios de racionalidade adotados pelo próprio Lakatos, ou, em outras palavras, os procedimentos que levam a construção de novas teorias são motivações psicológicas ou inferências lógicas de uma base empírica da ciência? Segundo Thomas Nickles (1987), Lakatos e os lakatosianos<sup>52</sup> não deram uma resposta satisfatória a essa questão até Elie Zahar introduzir sua noção de fato novo<sup>53</sup> que descarta a possibilidade de compreender a heurística como um conjunto de procedimentos para a elaboração de teorias a partir de uma base empírica e adotar, assim como Lakatos, em definitivo, uma postura de defesa do caráter histórico (retrospectivo) da heurística. Contudo, ainda segundo Nickles, a compreensão da heurística de Lakatos/Zahar apresenta uma grave incoerência (se um procedimento é heurístico, como pode ser retrospectivo?) e a única forma de eliminá-la, preservando a

---

<sup>51</sup> ZAHAR introduz com a aprovação de Lakatos uma modificação na noção falsacionista de fato novo inicialmente adotada na metodologia dos programas de investigação científica. Para Zahar, um fato é novo não somente quando é desconhecido, mas quando, mesmo que previamente conhecido, passa a dar muito mais apoio a um programa em detrimento a outro programa na explicação do mesmo fato.

<sup>52</sup> Segundo o autor (1987: 181): Elie Zahar, John Worrall e Peter Urbach.

<sup>53</sup> A noção de “fato novo” de Zahar é tratada com mais detalhes na seção “A Modificação da Noção de Fato Novo e os Problemas da Reconstrução Histórica de Lakatos-Zahar”, p. 100.

metodologia dos programas de investigação científica é adotar a postura inversa, i.e., insistir, na noção de uma heurística que estabelece a relação de tipo justificacionista, entre a base empírica da ciência e as teorias. Defender-se-á, aqui, o inverso do que postula Nickles: primeiro, que não se constitui saída, para Lakatos, a adoção de uma relação, de tipo justificacionista, entre a base empírica da ciência e as teorias dada a crítica popperiana ao indutivismo e que, por conseguinte, a única saída de Lakatos é abandonar a noção popperiana de racionalidade e progresso<sup>54</sup>, subvertendo a noção de heurística para tratá-la somente como parte integrante de qualquer reconstrução estrutural da ciência.

### 3.1 Incoerência na Heurística de Lakatos/Zahar

Segundo Nickles (1987: 182), a incoerência da concepção de heurística de Lakatos provém da herança de duas tradições metodológicas incompatíveis: o generativismo<sup>55</sup> e o falsacionismo sofisticado. O generativismo, visão de que certos procedimentos de geração (construção) de uma proposição dão suporte empírico à proposição gerada, enquadra-se dentro das teorias do conhecimento que Lakatos chamou de justificacionismo<sup>56</sup>, i.e., segundo as quais o conhecimento científico é

---

<sup>54</sup> As conseqüências da impossibilidade de adoção de um critério indutivista de justificação e o conseqüente abandono das noções de racionalidade e progresso herdadas de Popper são expostas nas “Considerações Finais”, p. 182.

<sup>55</sup> Transliteração da palavra inglesa *generativism*. Generativismo não possui registro nos dicionários Aurélio e Caldas Aulete, da língua portuguesa. Justifica-se, entretanto, a transliteração, acreditando-se que a palavra inglesa tem sua origem relacionada a um adjetivo de origem latina comum às duas línguas — *generativus*, em latim, *generative*, em inglês e generativo, em língua portuguesa: que tem o poder de gerar.

<sup>56</sup> Lakatos classifica os justificacionistas segundo a discordância sobre a natureza dos axiomas da ciência: “Uma vez tendo reconhecido que as deduções estritamente lógicas somente nos permitem inferir (transmitir verdades) mas não provar (estabelecer verdades) discordaram sobre a natureza daquelas proposições (axiomas) cuja verdade pode ser demonstrada por meios extralógicos” (LAKATOS, 1984<sup>b</sup>: 10). Assim, Lakatos distingue entre: (a) Intelectualistas clássicos (racionalistas), que admitem a “demonstração” de enunciados pela revelação, por intuição intelectual ou pela experiência. Tais demonstrações, com a ajuda da lógica, devem permitir que se prove todo tipo de enunciados científicos; (b) os empiristas clássicos, que só aceitam como axiomas um conjunto pequeno de “enunciados de fato” (numa outra nomenclatura, enunciados básicos ou observacionais) que expressam “fatos puros” (*hard facts*). O valor de verdade desses enunciados é estabelecido pela experiência e eles

composto de enunciados demonstrados, o que inclui, especialmente, o indutivismo. Lakatos, diz Nickles, não é um generativista, mas um construtivista, ou seja sua metodologia pretende agregar importância a maneira com que hipóteses e outros produtos da pesquisa científica são construídos sem, necessariamente, agregar significado epistêmico<sup>57</sup> ao modo de produção. Por um lado, diz Nickles, Lakatos reteve, do generativismo, a noção de que novas teorias são motivadas por — ou, ainda, derivadas de — um corpo prévio de resultados e princípios-guia plausíveis. Por outro, do falsacionismo sofisticado (uma forma de construtivismo), Lakatos herdou a noção de que a única fonte de suporte epistêmico para a ciência são predições novas bem sucedidas. Do antagonismo dessas duas posições, resulta que o modo pelo qual os enunciados científicos são — ou podem ser — gerados nunca fornece suporte epistêmico para a ciência. Lakatos reduz a possibilidade de uma heurística que dê suporte epistêmico à metodologias justificacionistas, indutivistas ou não<sup>58</sup>, mas, pergunta Nickles, uma heurística epistêmica será, necessariamente justificacionista e, conseqüentemente eliminada pela argumentação de Popper contra o indutivismo e o probabilismo e de Lakatos contra o falsacionismo ingênuo? Se a resposta for sim, então entende-se, por extensão, que o falsacionismo sofisticado, por não ser justificacionista, não fornece suporte epistêmico algum para a ciência. Contudo, pode-se falar num sentido em que a metodologia falsacionista sofisticada possui um caráter “epistêmico”, ainda que concordemos com o fato de uma heurística epistêmica necessitar ser fundacionista ou indutivista. Pode-se dizer que falsacionismo sofisticado provê um certo tipo de suporte epistêmico para a ciência, se compararmos

---

constituem a base empírica da ciência. Para demonstrar as teorias partindo da base empírica, para os empiristas clássicos, é necessário lançar mão de uma lógica indutiva.

<sup>57</sup> Por “não agregar significado epistêmico”, expressão de Nickles (1987: 182), entenda-se que o modo de construção de uma teoria não agrega valor de verdade a ela a partir de uma base empírica da ciência, o extremo oposto seria, por exemplo, o indutivismo, enquanto o falsacionismo sofisticado seria exemplo da não agregar valor epistêmico, porque apenas define ser mais produtivo, para a ciência, a elaboração de conjecturas cada vez mais ousadas, sendo que a “ousadia” não garante valor de verdade algum à conjectura elaborada, embora, pela via do *modus tollens*, seja considerada um “suporte epistêmico” por Popper (1972: seção 18). Nesse sentido o uso da expressão “base epistêmica” apresenta-se mais preciso do que base empírica, por comportar essa distinção entre o indutivismo e o falsacionismo.

<sup>58</sup> Nickles divide as metodologias justificacionistas em indutivistas e fundacionistas, i.e., as metodologias que, sem adotarem princípio de indução, adotam meios extralógicos de justificação (estabelecimento de verdades) de suas teorias, como é o caso do falsacionismo ingênuo (vide nota 56).

o critério de falseamento de teorias com critérios de cunho psicológico ou estético. Em outras palavras, o falsacionismo é uma forma de suporte epistêmico sem que este caracterize uma forma “positiva” de suporte epistêmico<sup>59</sup>.

Uma vez que se admita, ainda que por hipótese, a possibilidade do falsacionismo representar uma forma de suporte epistêmico para além do justificacionismo, então cabe elaborar uma outra questão: Por que os procedimentos heurísticos da metodologia falsacionista sofisticada não podem ser epistemicamente relevantes uma vez que sua resultante direta, o teste para o falseamento de teorias, o é? Raciocinando por hipótese, se a resposta a esta nova questão for a de que uma vez que se considere o teste de teorias epistemicamente relevante então ter-se-á que considerar a relevância epistêmica também da heurística, por conseguinte, dever-se-á concluir pela possibilidade de constituir uma heurística não-fundacionista<sup>60</sup>, não indutivista, mas, ainda assim, generativista. Segue-se que os argumentos contra o fundacionismo e o indutivismo não são, necessariamente, contra metodologias generativas: *“A metodologia de Popper mostra como nós podemos ser empiristas (como nos podemos aprender a partir da experiência) sem sermos indutivistas”* (NICKLES, 2987: 183). Pode-se ir ainda mais longe ao especular, como faz Nickles, que Popper errou ao afirmar que os cientistas nunca aprendem com a experiência ao se valerem de procedimentos heurísticos e que todas as metodologias construtivas são generativistas, que estas são necessariamente justificacionistas e, portanto, sujeitas à crítica contra o justificacionismo. Mas, para Popper, sua metodologia é crítica-eliminativa e não construtiva.

Já Lakatos, afirma Nickles, pretende elaborar uma metodologia construtivista logicamente coerente por afastar-se tanto do indutivismo quanto do psicologismo sem,

---

<sup>59</sup> Vide nota 57.

<sup>60</sup> Como foi dito na nota 58, Nickles adota o termo “fundacionismo” para falar das metodologias classificadas por Lakatos como justificacionistas, porém não indutivistas, i.e., aquelas que postulam a possibilidade de fundar (fundamentar) os enunciados universais da ciência em enunciados básicos extraídos da experiência perceptiva, capazes de dar suporte epistêmico “positivo” à ciência. Uma heurística não-fundacionista e não indutivista, para Lakatos não poderia ser generativista. Nickles procura mostrar que há possibilidade de

no entanto, constituir-se em uma forma de generativismo. Mas, segundo Nickles, Lakatos/Zahar, seguindo Popper, concebem a heurística como não podendo possuir nenhuma regra epistêmica (que possibilite suporte epistêmico à ciência), motivo pelo qual a metodologia dos programas de investigação científica fica atrelada ao projeto heurístico popperiano do falsacionismo sofisticado, i.e., procedimentos heurísticos críticos-eliminativos e não construtivos.

Nickles pretende mostrar como a metodologia dos programas de investigação científica pode ser generativista sem ser justificacionista e, ao mesmo tempo, sem recair em explicações psicologistas e, especialmente, historicistas. De fato, o recurso à história da ciência parece ser a única saída para Lakatos explicar, segundo seus critérios de racionalidade, a mudança e o progresso científico, uma vez que se busque evitar, a todo custo, metodologias fundacionistas. Nesse contexto, a única função da heurística parece ser a reconstrução racional da história da ciência. Mas, esta compreensão da heurística é, aparentemente, um desvio equivocado da própria noção de “metodologia”, uma vez que espera-se de uma metodologia que ela aponte para a frente, numa perspectiva construtiva, e não para trás, numa perspectiva histórica ou, se se preferir, numa retrospectiva. Se a heurística é retrospectiva, histórica, qual sua importância para a comunidade de cientistas e para a filosofia da ciência? Lakatos aponta, pelo menos, sete razões<sup>61</sup> para se atribuir importância a uma heurística histórica:

- 1 – O caráter pedagógico de se reconstruir racionalmente os procedimentos heurísticos adotados por outros programas de investigação científica;
- 2 – A possibilidade de se obter uma compreensão racional da mudança
- 3 – A possibilidade de explicar, ainda que retrospectivamente, o progresso científico;

---

constituir uma heurística generativa para além da classificação de Lakatos, i.e., sem que esta recaia na crítica dirigida ao justificacionismo por Popper/Lakatos

<sup>61</sup> Com base no levantamento de Nickles (1987: 184).

(É bem verdade que Lakatos também vislumbra algo para além da reconstrução histórica, quando afirma que a metodologia dos programas de investigação científica podem ser tratadas como unidades mínimas para o agir científico)

4 – O aumento da eficiência da solução de problemas por tratar a ciência não como conjecturas isoladas mas como programas de pesquisa científica<sup>62</sup>;

5 – A noção de programa de pesquisa quando acompanhada por uma heurística forte está apta a produzir novas teorias e previsões de fatos novos;

6 – A heurística forte de um programa permite que este antecipe e supere anomalias mais rapidamente que um rival mais fraco;

7 – Quanto maior for poder heurístico que um programa de pesquisa possui, relativo a seus competidores, tanto melhor a justificativa de tornar seu núcleo duro não falseável.<sup>63</sup>

Essas sete razões para se afirmar o poder da heurística e sua importância dentro da metodologia dos programas de investigação científica não devem, segundo Lakatos, ser interpretadas como garantia epistêmica atribuída pela heurística às teorias. Afirmam apenas que os procedimentos heurísticos são mais que simples apoio psicológico e que podem ser racionais, desde que se entenda que “racional” não quer significar “epistemicamente relevante”. O termo “racional” poderia, então, significar economia na pesquisa científica, de modo que os procedimentos heurísticos contribuíssem para a apreciação de um programa de pesquisa pelo incremento da capacidade de predição de fatos novos, alguns dos quais pudessem ser corroborados. Contudo, nenhum dos procedimentos heurísticos empregados na construção da teoria possui valor epistêmico e, além do mais, o processo de construção não justifica a teoria.

---

<sup>62</sup> Os itens 5-7 são desdobramentos do item 4.

<sup>63</sup> Isto ocorre uma vez que o falseamento do núcleo duro só se efetiva se houver um programa alternativo no qual a comunidade de cientistas possa se socorrer, visto que o falseamento do núcleo significa a derrota do programa (degeneração ou estagnação).

### 3.2 Opção pela História da Ciência

As dificuldades percebidas por Nickles sobre o caráter da heurística da metodologia dos programas de investigação científica, em Lakatos, só tem uma via de resolução: a insistência na reconstrução histórica da ciência como único foco de atuação das metodologias propostas pela filosofia da ciência. Não há a possibilidade de uma metodologia prescritiva, voltada para a comunidade de cientistas, tal como percebeu Feyerabend<sup>64</sup>. A impossibilidade de compreensão das metodologias da ciência como prescritivas para a ciência está expressa no caráter legítimo do cientista que se conserva fiel a um programa de investigação avaliado pelas metodologias fornecidas à ciência como degenerado ou estagnado. Qualquer tentativa por parte da filosofia da ciência de exigir ou impor, com base em uma regra metodológica, o abandono do programa deve ser posta de lado:

“...se é equivocado rejeitar teorias errôneas no momento em que surgem, de vez que podem desenvolver-se e aperfeiçoar-se, também é desavisado rejeitar programas de pesquisa que revelam tendência de deterioração, pois que podem recuperar-se e atingir imprevisto esplendor (a borboleta nasce quando a lagarta atingiu o estágio extremo de degeneração). Conseqüentemente, não se pode *racionalmente* criticar um cientista que se apega a um programa em degeneração e não há meio *racional* de mostrar que são desarrazoadas suas ações.” (FEYERABEND, 1989: 289)

Em outros termos, Lakatos está mais próximo da leitura que Feyerabend expõe<sup>65</sup> e que o impele a acatar uma via historicista para a filosofia da ciência, por oposição a interpretação de Nickles. Ao comentar a relação de sua metodologia com o falsacionismo de Popper, Lakatos diz:

---

<sup>64</sup> FEYERABEND, P. *Contra o método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

<sup>65</sup> Em defesa de sua posição, Feyerabend cita Lakatos: “*Acentua [Lakatos] que é possível alguém ‘...apegar-se racionalmente a um programa em degeneração até que este seja dominado por um rival e mesmo posteriormente’, e que programas podem libertar-se de sua fossa de degeneração.*”

“Os meros ‘falseamentos’ (isto é, as anomalias) devem ser documentadas, mas não é necessário ocupar-se delas. Desaparecem os grandes experimentos cruciais negativos: ‘experimento crucial’ é um título honorífico que, naturalmente, pode ser conferido a certas anomalias, mas somente muito após o evento, somente quando um programa tiver sido derrotado por outro. [...] A natureza grita *não*, mas o engenho humano sempre pode gritar mais alto.” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 111)

Há em Lakatos o entendimento de que a filosofia da ciência é mera produtora de “imagens da ciência”, as metodologias, e que, por esse motivo, deve sempre admitir a existência de um espaço livre de atuação do cientista, no qual não cabe qualquer intervenção normativa, e sempre colocar as “sugestões” metodológicas no espaço da crítica histórica, isto é, que as metodologias de investigação científica devem ser avaliadas no campo da história da ciência. Assim, por exemplo, enquanto o indutivismo exige o abandono das teorias que não possuem suporte empírico, o falsacionismo exige o abandono das teorias que não aumentam o conteúdo empírico de suas predecessoras, a metodologia dos programas de investigação científica não pode incluir tais exigências de abandono dos programas de investigação científica. Qualquer programa deve ser considerado uma opção legítima do cientista.

Retomando as discussões desse capítulo, é possível sistematizar o seguinte caminho traçado por Lakatos. Primeiro, Lakatos elabora uma definição de “racionalidade” para além do falseamento de teorias tal como está presente em Popper (é possível reconstruir racionalmente a história da ciência mas não prescrever normas racionais do agir científico; em outras palavras, é possível reconstruir historicamente os momentos de mudança científica explicando porque foi mais razoável que prevalecesse um programa de pesquisa em detrimento de outro, mas não é possível dar diretrizes, normas, que guiem a escolha dos cientistas entre programas rivais). Segundo, os procedimentos heurísticos dos programas de pesquisa, considerados em si mesmos, não tem força alguma, ou seja, não são capazes de guiar os cientistas, o

que não significa dizer que “tudo vale”. Não é a metodologia que proclama normas heurísticas para a descoberta científica. O que Lakatos denomina como heurística é um conjunto de procedimentos presente no programa de investigação científica: o programa  $P_1$  possui a heurística  $PH_1$ , enquanto o programa  $P_2$  possui  $PH_2$ , i.e., cada programa tem designado um conjunto de procedimentos entendidos, pelos cientistas que se apegam ao programa, como “heurísticos”. Por isso “nem tudo vale”: tomados em si, numa perspectiva metodológica, os procedimentos heurísticos são vazios, incapazes de qualquer direcionamento ou proibição do agir científico; tomados enquanto parte constituintes do programa de investigação científica, são determinantes do agir dos cientistas que se apegam ao programa — e, para Lakatos, os cientistas sempre trabalham associados a programas de pesquisa. Assim vista, a metodologia dos programas de investigação científica estabelece, *a priori*, a estrutura segundo a qual os programas de investigação científica são elaborados. Trata-se de uma estrutura que apenas permite reconstruir a história das mudanças científica, uma vez que não se pode determinar, de antemão, qual é o conteúdo da heurística, do núcleo duro e das hipóteses auxiliares que devem ser adotados por significarem progresso científico.

Thomas Nickles não percebe a diferença entre metodologia dos programas de investigação científica e programas de investigação científica ao conjecturar que Lakatos prescreve um conteúdo heurístico, i.e., um conjunto específico de procedimentos heurísticos da metodologia dos programas de investigação científica presentes em todos os programas de investigação científica a determinar estado de progresso ou degeneração e a indicar a “hora de abandonar o barco”. Aonde Lakatos escreve prescrições para a reconstrução “histórica da ciência”, Nickles lê prescrições para a “ciência” e, conseqüentemente, lê no discurso de Lakatos uma contradição interna na elaboração da heurística: procedimentos meramente convencionais endereçados aos cientistas que devem dar “sentido” à mudança científica, i.e., permitir que a mudança seja compreendida enquanto racional. No entanto, não há possibilidade de que qualquer metodologia elaborada pela filosofia da ciência forneça procedimentos heurísticos para os cientistas. Mesmo procedimentos genéricos como “ousadia nas conjecturas e rigor nas refutações” podem, perfeitamente, não fazer parte

da heurística de um determinado programa de pesquisa. Cada programa de pesquisa científica define procedimentos específicos como sendo heurísticos e não é possível avaliar sua eficiência *a priori*. O que é possível é reconstituir, historicamente, os procedimentos de um programa adotado pela maioria da comunidade científica em substituição a um outro programa anteriormente adotado e, mesmo assim, os procedimentos heurísticos do programa que passa a ser adotado pela comunidade não podem ser considerados universalmente válidos para a ciência, mas, ao contrário, devem ser tratados como procedimentos historicamente marcados. Exatamente por só poderem ser compreendidos no seu contexto histórico, os programas não podem ser considerados vitoriosos ou definitivamente abandonados (um programa abandonado numa determinada época pode ressurgir numa época posterior). Por um lado, “tudo vale” pois é possível a existência de programas de pesquisa científica para a defesa dos mais díspares “núcleos duros”, porém, para cada cientista, vale apenas o que permite a heurística positiva de seu programa construir e o que não é impedido pela heurística negativa e se por um lado o cientista pode, a qualquer hora<sup>66</sup>, abandonar um programa, por outro lado, um certo conservadorismo (ditado pela capacidade da heurística do programa em produzir hipóteses auxiliares) mantém os cientistas firme em suas convicções. Tal compreensão da postura filosófica de Lakatos no que concerne a elaboração de metodologias para a ciência foi caracterizada, por Feyerabend como o principal ponto de convergência entre ambos:

“Com efeito, embora os padrões não prescrevam ou proscram qualquer particular ação, embora se mostrem perfeitamente compatíveis com o ‘tudo vale’ do anarquista, que acerta, pois, ao vê-los como simples enfeite, não deixam esses padrões de emprestar conteúdo às ações de indivíduos e instituições decididos a adotar, com respeito a eles, atitude conservadora. *Tomados em si mesmos*, os padrões mostram-se incapazes de proibir o mais ultrajante dos comportamentos. *Tomados em conjunto* com a espécie de *conservadorismo* descrita, exercem influência sutil, mas firme sobre o cientista.” (FEYERABEND, 1989: 302)

---

<sup>66</sup> Desde que haja um programa de investigação científica alternativo.

Cabe, então, perguntar, se a heurística (enquanto procedimentos heurísticos) só tem lugar nos programas de investigação científica historicamente datados, qual distinção há entre o discurso racional de Lakatos e o irracionalismo de Kuhn e Feyerabend? Como a Razão atua na mudança científica? Para Feyerabend, a metodologia dos programas de investigação científica não passa de um Cavalo de Tróia, “...capaz de infiltrar o anarquismo real, direto, ‘honesto’ (palavra muito apreciada por Lakatos) nos espíritos de nossos mais encarniçados racionalistas” (FEYERABEND, 1989: 305). Lakatos buscou por uma resposta a essas indagações que lhe permitisse, ao mesmo tempo, escapar a acusação de que seu discurso, no final das contas, era irracional, segundo sua própria definição de racionalidade. Sua resposta é a de que é possível justificar a preferência por metodologias como a sua, em detrimento a metodologias justificacionistas como o indutivismo e o falsacionismo ingênuo e a explicações de que a ciência age fundamentalmente segundo critérios não científicos. As metodologias justificacionistas podem ser refutadas a partir da argumentação desenvolvida por Popper, na *Lógica...*, enquanto que as explicações irracionalistas devem ser sobrepujadas mostrando a possibilidade de se obter reconstruções da história da ciência a partir da metodologia dos programas de investigação científica que expliquem os momentos de mudança científica utilizando o menor número possível de elementos exteriores à ciência para constituir a explicação<sup>67</sup>. O que Lakatos procura definir como racionalidade é a capacidade para ordenar um domínio, a mudança científica, aparentemente entregue a incoerência completa, enquanto a metodologia dos programas de investigação científica é a descoberta de uma estrutura mínima, na qual é necessário que estejam presentes todos os termos ou aspectos para que atue de modo coerente: essa estrutura mínima da ciência é o programa de investigação científica. Os termos que compõe a estrutura, “núcleo duro”, “heurística negativa”, “heurística positiva”, “cinturão de hipóteses auxiliares *ad hoc*<sub>1,2,3</sub>” só tem sentido quando integrados dentro do programa que, por sua vez, quanto ao conteúdo teórico e empírico, é historicamente delimitado.

---

<sup>67</sup> Thomas Kuhn criticou a possibilidade de uma avaliação das metodologias a partir da história da ciência, vide p. 74.

## Capítulo II - A Relação Entre Filosofia e História da Ciência em Imre Lakatos

O propósito desse capítulo é apresentar a linha argumentativa de Lakatos, a partir, principalmente, do artigo *History of science and its rational reconstructions* (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>) e identificar os principais problemas da metodologia de Lakatos, de acordo com Thomas Kuhn.

Embora Lakatos defenda que as reconstruções históricas efetuadas levando-se em conta sua metodologia dos programas de investigação sejam as que possibilitam uma abrangência histórica maior — ou seja, conseguem explicar, racionalmente, uma maior quantidade de fatos históricos — que outras metodologias, ele também esclarece a distância que necessariamente há entre a história reconstruída e a história real:

“Infelizmente só existe, na maioria dos idiomas, uma palavra para designar a história<sub>1</sub> (conjunto de acontecimentos históricos) e a história<sub>2</sub> (um conjunto de proposições históricas). Qualquer história<sub>2</sub> é uma reconstrução da história<sub>1</sub>, carregada de teorias e valores.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 121, nota 1)

A história e a filosofia da ciência possuem, para Lakatos, uma forte relação de interdependência: a filosofia da ciência por meio de suas metodologias de investigação científica permite à história da ciência a reconstrução racional de seu objeto de estudo; em contrapartida, Lakatos propõe que a história da ciência (normativamente interpretada) possa avaliar as reconstruções racionais obtidas por meio das metodologias rivais, propostas pela filosofia da ciência.

Para Lakatos, o historiador da ciência não pode prescindir de estabelecer critérios para distinguir claramente o que seja ciência. Ao buscar uma reconstrução racional de seu objeto de estudos, a ciência, o historiador faz a distinção entre os dados e os fatos históricos que podem ser reconstruídos racionalmente e os que não podem fazer parte dessa reconstrução racional. Ao fazer essa distinção, o historiador está estabelecendo, para Lakatos, o que é história interna (o que equivale dizer: história racional da ciência), e o que é história externa, i.e., os fatos históricos que não podem ser reconstruídos racionalmente. A distinção entre história interna e história externa, além de bastante peculiar, é decisiva para o entendimento da relação que Lakatos pretende estabelecer entre história e filosofia da ciência. Trata-se de uma distinção que depende do posicionamento epistemológico do historiador que, por sua vez, está diretamente relacionado com a metodologia de investigação científica, produzida pela filosofia da ciência, à qual o historiador se filia.

### *1 Os Programas de Investigação Historiográfica*

As metodologias de investigação científica — como lógicas da descoberta — possuem uma dupla função: a de servirem como um código de honestidade científica que não deve ser violado<sup>68</sup> e como núcleos de programas de investigação historiográfica. Assim, as metodologias de investigação científica dão suporte para a reconstrução da história da ciência. Nessa medida, pode-se dizer, segundo Lakatos, que as metodologias de investigação da ciência acabam por gerar programas de investigação historiográfica. Cada programa de investigação historiográfica, por sua vez, constitui um marco teórico diferenciado para o historiador. Essa diferenciação acaba por produzir, entre um programa e outro, de um lado, diferenças de demarcação entre história interna e história externa, e de outro, diferentes modelos de desenvolvimento racional. Assim, a título de exemplificação, Lakatos descreve como

---

<sup>68</sup> Como Popper, que pretende postular algo mais que a reconstrução racional das séries de teorias, por vezes Lakatos parece pretender que sua metodologia sirva de 'guia' para o agir científico aparentemente numa atitude semelhante à do convencionalismo que espera que o cientista se guie pelo princípio da simplicidade na construção de teorias.

enquadra, dentro desse esquema de interpretação da ligação entre a filosofia e a história da ciência, o que ele próprio considera como as quatro principais lógicas da descoberta: o indutivismo, o convencionalismo, o falsacionismo metodológico de Popper, e, por fim, a sua própria metodologia, a metodologia dos programas de investigação científica. As reconstruções históricas com base na metodologia indutivista, demarcam como história interna os descobrimentos de fatos puros e suas generalizações indutivas. Já a história interna convencionalista é composta por descobertas de fatos, da construção de sistemas e sua substituição por outros cada vez mais simples. Os falsacionistas procuram construir sua história interna enfatizando as conjecturas ousadas, e as mudanças que trazem aumento de conteúdo. Também enfatizam os experimentos cruciais que dizem ver na história. A metodologia dos programas de investigação científica, do próprio Lakatos: *“...dá ênfase à larga rivalidade teórica e empírica entre os grandes programas de investigação científica, às mudanças progressivas e degenerativas de problemas, e à lenta vitória de um programa sobre o outro.”*

Cabe reforçar que, para Lakatos, qualquer reconstrução racional da ciência (história interna) é feita a partir de um programa de investigação historiográfica e sempre requer a complementação de uma história externa. Isso ocorre por dois motivos:

- Porque há, necessariamente, uma discrepância entre a história reconstruída e a história real;
- Porque os critérios de racionalidade presentes nas metodologias que dão origem aos programas de investigação historiográficas, não correspondem, necessariamente, aos critérios de racionalidade utilizados pelos programas de investigação científica que são objeto da reconstrução historiográfica.

## 2 A Discrepância entre História Reconstituída e História Real

A reconstrução histórica é sempre conjectural e inconclusa e não há como eliminar a discrepância entre a reconstrução e os fatos históricos. Para Lakatos, o acesso do historiador a uma pretensa “história real” está negado pela impossibilidade de constituição de uma metodologia historiográfica indutiva. Não há como falar “na História” ou em “história real”; o que seria para um historiador indutivista um “fato histórico puro” é, para Lakatos, um fato impregnado de teoria. Sob esse aspecto, ao argumentar contra a possibilidade do “fato histórico puro”, Lakatos transporta para o método da história da ciência as críticas que Popper lançou ao indutivismo enquanto método da ciência. A idéia dessa transposição parece ter surgido da crítica historiográfica de Duhem, exposta em *La théorie physique, son objet et sa structure*<sup>69</sup> (1905), a qual Duhem ataca as reconstruções historiográficas indutivas da lei da gravitação e da teoria eletromagnética de Ampère<sup>70</sup>.

Lakatos utiliza-se da argumentação popperiana contra a lógica indutiva, retirando-a do campo de ataque original — que em Popper era a possibilidade da existência de enunciados básicos indutivos na ciência — e levando-a para o campo da historiografia, utilizando-a para atacar a possibilidade de constituição de enunciados historiográficos indutivos. Por indução entenda-se, para Lakatos, uma argumentação tal que, dadas algumas premissas empíricas (singulares ou particulares), estas levem a

---

<sup>69</sup> DUHEM, P. *La théorie physique; son objet - sa structure*. Reproduction fac-similé. Paris, Vrin, 1989.

<sup>70</sup> “...se supusermos que o indutivismo é filosoficamente aceitável (vale dizer, epistemológica e logicamente), a crítica historiográfica de Duhem falseia-o. Duhem analisou os dois ‘maiores êxitos’ da historiografia indutivista: a lei newtoniana da gravitação e a teoria eletromagnética de Ampère. Mas Duhem (juntamente com Popper e Agassi) mostraram que não era assim. Suas análises ilustraram que se o indutivista deseja mostrar que o crescimento da ciência real é racional, então deve modificar a história real até deixá-la irreconhecível. Portanto, se a racionalidade da ciência é indutiva, a ciência real não é racional; se é racional, não é indutiva.” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 129)

uma conclusão universal ou a uma teoria universal, seja com certeza lógica, seja probabilisticamente (no âmbito em que o termo é usado no cálculo de probabilidades). A argumentação utilizada por Lakatos é basicamente a mesma expressa por Popper:

“No que diz respeito ao cálculo de probabilidades, se nos forem dadas algumas premissas indutivas consistentes, então qualquer conclusão inferida que seja inconsistente com as mesmas somente poderá ter, em relação a ela, uma probabilidade igual a zero.

A teoria de Newton indubitavelmente deveu muito às teorias de Galileu e de Kepler; tanto que, o próprio Newton as considerou como sendo premissas indutivas (parciais). A teoria de Galileu sobre a queda dos corpos continha uma constante  $g$ , a constante da aceleração. Segundo a teoria de Newton,  $g$  não é uma constante, mas uma variável que depende (a) da massa do corpo atraente (no caso de Galileu a Terra), e (b) da distância do centro de massa. Conseqüentemente a teoria de Galileu é inconsistente em relação a de Newton. Evidentemente, na suposição de que só observamos os corpos em queda livre próximos à superfície da Terra, o que determina que todos eles estejam quase a mesma distância do centro da Terra; podemos explicar porque  $g$  erroneamente parece ser uma constante.

A situação em relação às leis de Kepler é bastante similar. Para qualquer sistema de **dois** corpos dos quais um é muito pesado, e o outro de peso desprezível, podemos derivar as três leis de Kepler da teoria de Newton e conseqüentemente explicá-las. Mas, desde que Kepler formulou suas leis para um sistema de muitos corpos consistindo do somatório de vários planetas, elas são, do ponto de vista da teoria de Newton, inválidas. Assim, essas leis não poderiam constituir um sistema seja parcial seja total de premissas (indutivas ou dedutivas) da teoria de Newton. Isso quanto a uma derivação indutiva ou dedutiva da teoria de Newton a partir da teoria de Kepler e da de Galileu.

Evidentemente, foi um êxito decisivo da teoria de Newton poder explicar as teorias de Kepler e Galileu; isto é, que essas teorias pudessem ter sido deduzidas da de Newton segundo certas suposições simplificadoras.... Mas desde que as supostas premissas indutivas são, em termos estritos, inconsistentes em relação às supostas conclusões indutivistas, seria muito errôneo falar, nesse caso, de uma inferência indutiva, ou de uma relação de indução probabilística.” (POPPER, 1994: 23-25)<sup>71</sup>

A argumentação de Popper contra o indutivismo está presente em pelo menos três de suas obras principais. Pela primeira vez em 1934, com a publicação do *Logik der Forschung* (POPPER, 1972), em seguida na coletânea de artigos *Conjectures and refutations*, de 1963 (POPPER, 1994) e novamente em *Objective knowledge*, 1972 (POPPER, 1975). Popper, inicia a *Lógica...*, § 1º, seção 1, posicionando-se contra a possibilidade de emprego de “métodos indutivos” na ciência: “*Segundo concepção amplamente aceita — a ser contestada neste livro —, as ciências empíricas caracterizam pelo fato de empregarem os chamados ‘métodos indutivos’*”. Popper define o problema da indução como, por um lado, a questão de haver ou não justificativa na inferência de enunciados universais de enunciados singulares, por mais numerosos que estes possam ser — “...*independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos.*” (POPPER, 1972: 28) — e, por outro lado, o problema da validade ou verdade de enunciados universais que tenham por base a experiência:

“Muitas pessoas acreditam, com efeito, que a verdade desses enunciados universais é ‘conhecida por meio da experiência’; contudo está claro que a descrição de uma experiência... só pode ser um

---

<sup>71</sup> POPPER, K. *Conjecturas e refutações*. Trad. S. Bath. Brasília: Editora da UnB, 1994. O texto citado é um prefácio escrito por Popper especialmente à edição brasileira, publicada pela primeira vez em 1980. Nesse prefácio, Popper revisita seus escritos sobre o problema da indução, que encontram-se no “*The aim of science*” (cap. 5) in: *Objective knowledge*. Oxford: University Press, 1979. p. 191-205. Agassi, assim como Lakatos, também faz uso dessa transposição da argumentação popperiana para atacar a historiografia indutiva em *Towards an historiography of science*. Boston: *Boston Studies*, 1979.

enunciado singular e não um enunciado universal” (POPPER, 1972: 28)

Um e outro lados do problema requerem uma garantia para que se possa afirmar que a verdade de um enunciado universal reduz-se a verdade de um ou de um conjunto limitado de enunciados singulares os quais, pela experiência, sabe-se serem verdadeiros, ou seja, é requerido o que se chama “princípio de indução”, que...

“...determina a verdade das teorias científicas. Eliminá-lo da ciência seria o mesmo que privá-la de poder decidir quanto à verdade ou falsidade de suas teorias. Sem ele, a Ciência perderia indiscutivelmente o direito de separar suas teorias das criações fantasiosas e arbitrárias do espírito do poeta.” (REICHENBACH, 1930: 186)<sup>72</sup>

Mesmo que não se admita que o princípio de indução garante com pleno grau de certeza a validade da inferência indutiva, ele deve garantir algum grau de probabilidade. Nesses termos,...

“... o princípio de indução é o meio pelo qual a ciência decide acerca da verdade. Mais precisamente, deveríamos dizer que ele serve para decidir acerca da probabilidade...”, que “...os enunciados da ciência só podem atingir graus sucessivos de probabilidade, cujos inatingíveis limites, superior e inferior, são a verdade e a falsidade.” (id. ib.)

A argumentação de Popper contra a indução dirige-se não apenas a noção de certeza absoluta das inferências indutivas mas também à probabilidade.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> REICHENBACH, H. Erkenntnis. v. I, 1930. p. 186. Apud POPPER, 1972: 28.

<sup>73</sup> Nas seções 80-83 da *Lógica...*, Popper argumenta contrariamente a lógica indutiva e a lógica probabilística. Vide também o “Novo Apêndice vii”, notas 4-6 nas quais Popper compara seu argumento contra a probabilidade com os argumentos de Hume (vide também: HUME. *Treatise of human nature*. Analytical index SELBY-BIGGE, text revised and notes

### ***3 Os Critérios de Racionalidade das Metodologias que Originam os Programas de Investigação Historiográfica***

O paralelismo entre a discussão dos critérios de racionalidade na ciência, analisada no primeiro capítulo, com a discussão dos critérios de racionalidade para a reconstrução histórica da ciência é evidente: as regras metodológicas constituintes do programa de investigação historiográfica não podem dar conta de todos os problemas que surgem durante a reconstrução histórica; as metodologias de investigação científica, que servem de suporte para a criação de programas de investigação historiográfica, não estabelecem regras para a obtenção de conhecimento científico demonstrado. Na verdade, as regras das metodologias de investigação científica sobre a aceitação de enunciados factuais e teóricos<sup>74</sup> são regras, em última instância, baseadas em decisão<sup>75</sup> e, nesse sentido, as metodologias de investigação funcionam como “regras do jogo científico”. Há, no texto de Lakatos, uma clara menção à posição que Popper toma frente ao carácter convencionalizado<sup>76</sup> das regras metodológicas que regem a ciência:

“As regras metodológicas são aqui vistas como convenções. Poderiam ser apresentadas como as regras do jogo da ciência empírica. Elas diferem da lógica pura, como desta diferem as regras do xadrez, que poucos encarariam como parte da lógica pura. Se as regras da lógica pura governam transformações de fórmulas lingüísticas, o resultado de um estudo a propósito das

---

NIDDITCH. Oxford: Clarendon Press, 1978. Livro i, parte iii, seção vi; seção xii e, *An abstract of a book lately published entitled A Treatise of Human Nature*, mesma edição).

<sup>74</sup> Vide capítulo I.

<sup>75</sup> No sentido dado por Popper na *Lógica*: “...me dou conta de que será sempre questão de decisão ou de convenção saber o que deve ser denominado ‘ciência’ e quem deve ser denominado ‘cientista’ ” (p. 55).

<sup>76</sup> Por *convencionalizado*, entenda-se todas aquelas metodologias da ciência que não visam mais o conhecimento científico demonstrado. Assim, cabem sob essa ampla designação as metodologias convencionalistas, o falsificacionismo metodológico e a metodologia dos

regras do xadrez poderiam, talvez, intitular-se 'Lógica do Xadrez', mas dificilmente 'Lógica', pura e simples. (Analogamente, o resultado de uma investigação a respeito das regras do jogo da Ciência — ou seja, da pesquisa científica — pode intitular-se 'Lógica da Pesquisa Científica')." (POPPER, 1972: seção 11, 55-56)

Lakatos trata das metodologias de investigação científica como um conjunto de regras convencionadas e, como Popper (1972: seção 10), também rejeita as metodologias que, com base em um princípio de indução, estabelecem regras para um conhecimento científico demonstrado estendendo essa rejeição também ao conhecimento histórico demonstrado. Em Lakatos<sup>77</sup>, essa divisão popperiana das metodologias de investigação científica é classificada, de um lado, em metodologias convencionalistas e, de outro, em metodologias justificacionistas, respectivamente.

#### ***4 A Avaliação dos Programas de Investigação Historiográfica***

Visto que, para Lakatos, os programas de investigação historiográfica são constituídos com base nas metodologias de investigação científica, por extensão, os critérios de demarcação do que é história interna e do que é história externa também são, no limite, convenções. Posto que os programas de investigação historiográfica da ciência constituem-se em tais bases, nenhum programa pode, em princípio, solicitar precedência sobre os demais. Dito isso, para evitar um relativismo metodológico ou uma atitude cética quanto à possibilidade objetiva<sup>78</sup> de reconstrução racional da

---

programas de investigação científica de Lakatos, por exemplo. Por outro lado, qualquer forma de justificacionismo está excluída dessa designação.

<sup>77</sup> LAKATOS, 1986<sup>a</sup>, Comparação crítica das metodologias, p. 121-3.

<sup>78</sup> O termo objetivo é aqui transportado do universo popperiano, no qual diz respeito ao conhecimento científico, para o universo conceitual de Lakatos no qual diz respeito ao conhecimento historiográfico, para indicar que esse conhecimento (a reconstrução histórica) deve ser justificável, independente de capricho pessoal. Assim como sucede com o conhecimento científico para Popper, um conhecimento será justificável se puder ser submetido à avaliação e compreendido por todos. Como a reconstrução histórica é conjectural, ela nunca será definitivamente justificável. A extrapolação de Lakatos remete a Popper, (1972, seção 8).

história da ciência, é de fundamental importância que o historiador possa avaliar as múltiplas metodologias que a filosofia da ciência lhe oferece como parâmetros para a reconstrução historiográfica e que possa escolher entre elas.

Além disso, há outro motivo para Lakatos não prescindir da tentativa de estabelecimento de uma escolha das metodologias de investigação, que se dá pela avaliação das reconstruções históricas: é da possibilidade de comparação das metodologias a partir da avaliação da reconstrução historiográfica que é gerado o estreito vínculo entre filosofia e história da ciência. Contudo, Lakatos enfrenta uma séria objeção aos resultados de sua concepção de avaliação dos programas de investigação historiográfica. Como lembra Kuhn, a divisão entre história interna e história externa, em Lakatos, da qual o historiador lança mão para a reconstrução da ciência, difere do uso que comumente o historiador faz desses termos<sup>79</sup>. Lakatos iguala história interna a história racional e, com isso, inclui no termo 'interno' uma característica própria do termo 'racional': os critérios de racionalidade. Esses critérios, entretanto, são utilizados por Lakatos para delimitar o que é interno e o que é externo e são, como vimos, dados de antemão ao historiador pela filosofia da ciência. Se são dados de antemão ao historiador, parecem ser independentes da história reconstruída. Se de fato Lakatos age dessa maneira, a relação entre filosofia e história da ciência parece distanciar-se da interdependência almejada<sup>80</sup>, pois o filósofo não encontraria, na história interna, nada além de uma reconstrução histórica que fosse como uma imagem de sua própria metodologia refletida no espelho, ou de forma mais contundente:

“Se de fato é assim, então vê-se claramente porque Lakatos muda os termos. Se 'interno' fosse um termo independente

---

<sup>79</sup> Para KUHN, no uso habitual entre os historiadores, história interna inclui considerações idiossincráticas de ordem pessoal que possuem influência na escolha de teorias ou no ato de produzi-las (p. 516) (KUHN, Notas sobre Lakatos. in: LAKATOS & MUSGRAVE (ed.) *La critica y el desarrollo del conocimiento - Actas del coloquio internacional de filosofia de la ciencia - 1965*. Barcelona: Ediciones Grijalbo, 1975. p. 511 - 523).

<sup>80</sup> Para Lakatos não só a filosofia da ciência oferece metodologias para o historiador, como “duas metodologias que estejam em disputa, podem ser avaliadas com a ajuda da história (interpretada normativamente).” (LAKATOS, 1986<sup>a</sup>, p. 102)

aplicado inequivocamente, como o é para o historiador, então poder-se-ia confiar em aprender algo acerca da metodologia racional a partir do estudo da história interna. Mas se a 'história interna' é simplesmente a parte racional da história, então o filósofo só pode aprender a partir dela, acerca do método científico, o que ele mesmo colocou dentro dela. O método meta-metodológico de Lakatos corre o risco de ver-se reduzido a uma tautologia." (KUHN, 1975: 516)

Assim sendo, fracassa a tentativa de escolha das metodologias de investigação científica a partir da avaliação dos programas de investigação historiográfica gerados por elas. Mas, se assentada nas bases pretendidas por Lakatos, como exposto abaixo, a relação entre filosofia e história da ciência deve permitir que o filósofo, por meio da reconstrução histórica, avalie se sua metodologia supera uma outra rival. Ou seja, que avalie se sua metodologia de investigação consegue fornecer um programa de investigação historiográfico que possibilite uma reconstrução histórica que, por sua vez, represente um aumento de poder explicativo por parte da história interna em relação a programas de investigação historiográfica fornecidos por metodologias rivais. E, principalmente, se pode permitir um aumento progressivo desse poder explicativo da história interna a partir da possibilidade de abandono de um programa de investigação historiográfico por outro, no qual a linha divisória entre o que é interno e o que é externo signifique incremento da história interna. Se isso for possível, ao contrário do que diz Kuhn, a filosofia da ciência dependeria da história da ciência, e o filósofo da ciência teria bons motivos para orientar seu trabalho sem perder de vista a historiografia de seu objeto de estudos. Cabe, agora, explicitar os critérios pelos quais Lakatos pretende que a avaliação dos programas de investigação historiográfica se dê.

#### *4.1 Critérios de Avaliação*

Com o intuito de vencer as dificuldades apresentadas, Lakatos arquiteta uma teoria de avaliação dos programas de investigação historiográfica fornecidos pelas

metodologias de investigação científica que, segundo ele, permite uma crítica histórica a essas metodologias, independentemente de haver ou não uma crítica epistemológica ou lógica a elas. A idéia básica dessa crítica é que...

“...Todas as metodologias funcionam como teorias (ou programas de investigação historiográfica) e podem submeter-se à crítica a partir da crítica feita às reconstruções historiográficas racionais que elas conduzem.” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 132)

Essa teoria de avaliação dos programas de investigação historiográfica busca definir:

- se um programa de investigação historiográfica provê juízos básicos de valor adicionais e inesperados à luz dos programas preexistentes;
- se esses novos juízos de valor conduzem a uma revisão dos juízos de valor previamente tidos como básicos.

Esses critérios de avaliação são definidos por Lakatos, partindo do pressuposto de que ao mudar, na base convencional, os critérios de cientificidade adotados pelos programas de investigação historiográfica, também mudam os critérios de demarcação entre história interna e história externa desses programas. Tal crítica, ou avaliação, não busca eliminar ou falsear definitivamente um programa de investigação historiográfica. Além disso, sugere que um programa de investigação historiográfica só será abandonado por outro que represente uma mudança progressiva na série de programas<sup>81</sup> que servem de base para reconstruções históricas racionais. Assim é possível, segundo Lakatos, por meio da comparação dos programas de investigação historiográfica, perceber como é o desenvolvimento do conhecimento metodológico sobre a ciência:

---

<sup>81</sup> Novamente, uma extrapolação feita por Lakatos: da noção falsacionista sofisticada de que a unidade mínima de análise na ciência são séries de teorias para a noção de que a unidade mínima de análise na mudança metodológica são séries de programas de investigação historiográfica.

“Por exemplo, não é necessário abandonar a teoria de Popper sobre a racionalidade científica [ou o programa de investigação científica de Popper] simplesmente porque está ‘falseada’ por alguns ‘juízos básicos’ reais<sup>82</sup> de cientistas destacados. Ademais, segundo nosso novo critério, o critério de demarcação de Popper representa um grande avanço sobre seus predecessores justificacionistas e, em particular, sobre o indutivismo. Porque, contrariamente a esses predecessores, reabilitou o caráter científico de teorias falseadas, tais como a teoria do flogisto, trazendo de volta um juízo de valor que havia sido expulso da história da ciência juntamente com essa teoria, que estava alojada na história das crenças irracionais.” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 132)

Para Lakatos, o programa de investigação historiográfica gerado pela metodologia de Popper está em grave desacordo com a história da ciência, porque a exigência de falseadores potenciais presentes nas teorias — critério de cientificidade para Popper — não se coaduna, por exemplo, com a história da física newtoniana dos séc. XVIII e XIX. Por outro lado, traz ganhos à historiografia ao permitir que teorias que não poderiam ser consideradas científicas por indutivistas, possam sê-lo.<sup>83</sup>

O programa de investigação historiográfica gerado pela metodologia de Popper permitiu ao historiador, afirma Lakatos, considerar como racionais uma maior quantidade de juízos de valor básicos “reais” na história da ciência. Nesse sentido, para Lakatos, o programa de investigação de Popper constituiu um progresso com relação a metodologias de investigação científica que o antecederam : “*Quanto melhor a reconstrução racional da ciência, mais partes da grande ciência poderão*

---

<sup>82</sup> Por juízos básicos reais entenda-se juízos básicos aceitos pela elite da comunidade científica como consensualmente válidos. Lakatos não está tentando caracterizar uma história real, ao contrário, está tentando caracterizar uma espécie de história consensual da ciência, segundo a qual um programa de investigação historiográfica que deixasse de caracterizar como ciência a física newtoniana, num exemplo extremado, seria imediatamente rechaçado pela comunidade de pessoas que se dedicam a pensar sobre a ciência.

<sup>83</sup> Com relação a questão do flogisto, por exemplo, Lakatos deixa entender que há enormes dificuldades em considerar que dessa teoria pudesse se constituir premissas indutivas para as teorias posteriores.

*ser reconstruídas racionalmente.*” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 132). Assim, ao invés de propor a eliminação de um programa de investigação historiográfica e da metodologia que o gerou, Lakatos propõe classificá-lo. Se a alteração da demarcação entre história interna e externa trazida pelo programa de investigação historiográfica representar um aumento do que pode ser explicado pela história interna em detrimento da história externa — tendo como referência um programa de investigação historiográfica anterior ou rival — então o programa de investigação historiográfica que trazer esse incremento será considerado progressivo. Trata-se, evidentemente, de uma transposição da classificação dos programas de investigação científica, elaborada no interior da metodologia dos programas, e que tem por objetivo servir de critério para a avaliação de programas de investigação científica rivais. Uma vez transposta para o interior da metodologia da história da ciência, a tipologia da classificação (progressivo, estagnado e degenerativo), tem por objetivo servir de critério de avaliação, não propriamente do trabalho do historiador, mas das regras que compõem o programa de investigação historiográfica, regras que, em última instância, são dadas pela metodologia de investigação científica à qual o programa (historiográfico) encontra-se vinculado. Percebemos, então, que, com essa transposição, Lakatos pretende estabelecer um método de avaliação que, por meio da reconstrução histórica, permita a escolha entre as metodologias de investigação da filosofia da ciência que formam o campo de estudos da filosofia sobre a ciência.

A avaliação, contudo dá-se na reconstrução histórica: se um programa de investigação historiográfica não mais promover o incremento da história interna em detrimento da história externa, mas ao contrário, o acúmulo de “anomalias” — fatos históricos de relevância para a comunidade de pessoas que se dedicam a pensar sobre a ciência — provocar um incremento da história externa, esse programa de investigação historiográfica será considerado degenerativo.

A partir dessa classificação dos programas de investigação historiográfica, Lakatos procura constituir uma ordem progressiva das metodologias que tais programas geraram e que perfazem o conjunto da filosofia da ciência. Essa ordem leva em consideração o princípio de que o abandono de um programa de investigação

historiográfica, por parte do historiador, acontece se representar uma mudança progressiva na reconstrução histórica, ressaltando que, embora haja mudança progressiva na série de programas de investigação historiográfica, eles sempre vão conter anomalias. Essas anomalias, por sua vez, deverão ser explicadas pelo historiador por meio da história externa, enquanto o programa de investigação historiográfica for progressivo, ou por um novo programa de investigação historiográfica, quando o acúmulo de anomalias tornar o programa degenerativo.

#### *4.2 Problemas da Avaliação Proposta Por Lakatos*

Como foi tratado na unidade anterior, a possibilidade de se optar entre metodologias rivais, para Lakatos, dá-se a partir da avaliação dos programas de investigação historiográfica gerados por elas. Essa possibilidade de avaliação, além disso, permite uma classificação dos programas historiográficos em progressivos ou degenerativos. Se Lakatos tem razão, e tal escolha for possível, então a história da ciência passa a servir de guia para a confecção de metodologias de investigação científica por parte da filosofia da ciência. O intercâmbio necessário que há em Lakatos entre a história e a filosofia da ciência estaria salvaguardado. O historiador da ciência, sob pena de cegueira perante seu objeto de estudo, não poderia deixar de definir seus critérios de cientificidade, a partir dos quais demarcaria o que é ou não ciência e definiria quais fatos históricos pertenceriam à reconstrução racional da ciência e quais, à luz de seus critérios, não poderiam ser explicados racionalmente. Por sua vez, o filósofo da ciência, ao elaborar os critérios de cientificidade, não poderia deixar de considerar que tais critérios serviriam de base para a constituição de um programa de investigação historiográfica, sob pena de desconsiderar ou não permitir a reconstrução histórica racional de grande parte das teorias científicas; em última instância, sob pena de esvaziamento. Assim, pode-se agora compreender a real dimensão da paráfrase que Lakatos faz de Kant: *“A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega.”*

Contudo, a avaliação de programas de investigação historiográfica, como exposta por Lakatos, incorre na seguinte dificuldade<sup>84</sup>: Se é a filosofia que fornece, de antemão, ao historiador, as metodologias (critérios de cientificidade como critérios de seleção e interpretação) que possibilitam a constituição de programas de investigação historiográfica, de que modo a reconstrução histórica, produto dos programas de investigação historiográfica, gerados pelas metodologias, pode estabelecer uma reflexão sobre tais programas a ponto de poder avaliá-los como progressivos ou degenerativos? E, mais ainda, de que modo a avaliação da reconstrução histórica pode fornecer ao filósofo da ciência parâmetros para a busca de novos critérios de cientificidade? Lakatos iniciou uma tentativa de resposta a essas indagações, porém deixou-a incompleta. Essa tentativa de resposta baseava-se em dois pontos:

A - Uma estrutura mínima presente em qualquer programa de investigação historiográfica comprometido com uma reconstrução racional da ciência;

B - A existência de um consenso —da comunidade que se dedica a pensar sobre a história da ciência — quanto às partes da história da ciência, i.e., quanto aos programas de investigação científica, que não podem faltar a nenhuma reconstrução histórica racional da ciência.<sup>85</sup>

Assim, de acordo com a necessidade dessa estrutura mínima (A), Lakatos procura lançar mão de critérios seletivos e interpretativos que extrapolem o campo de abrangência de um único programa de investigação historiográfica. Esses critérios seletivos visam determinar a unidade mínima necessária, sem a qual o estabelecimento de uma reconstrução racional da ciência seria impossível. Tais critérios são os seguintes:

a - que os programas de investigação estruturam-se de modo a evitar rupturas bruscas e a promover uma continuidade na história da ciência;

---

<sup>84</sup> KUHN, 1975: 517-519.

<sup>85</sup> Para Lakatos, é consenso que, por exemplo, o programa de investigação newtoniano, ou o copernicano-galileano não podem estar ausentes de uma reconstrução racional da história da ciência.

b - que a reconstrução histórica gerada pelos programas de investigação possa ser reconhecida pela maioria dos historiadores como plausível;

c - que uma reconstrução histórica não deva contrariar os critérios de reconstrução estabelecidos pelo programa de investigação histórica a que está submetida, e que este, por sua vez, não deva violar os critérios de cientificidade estabelecidos pela metodologia de investigação científica à qual encontra-se filiado.

Uma vez que admitamos que os programas de investigação historiográfica devem ser elaborados de acordo com esses critérios (a - c), e que seus resultados, i.e., as reconstruções históricas racionais, estejam submetidas a um consenso da comunidade que se dedica a pensar sobre a história da ciência (b), então temos, a partir daí, elementos que, para Lakatos, permitem-lhe escapar da crítica de Kuhn:

“...certamente, a metodologia dos programas de investigação historiográfica implicam um sistema pluralista de autoridade, devido em grande parte ao fato de que a sabedoria do júri científico e sua jurisprudência não tem sido, nem pode ser completamente articuladas pela lei estatutária do filósofo, e em parte devido ao fato de que a lei estatutária do filósofo pode, em algumas ocasiões, estar certa, quando os juízos dos cientistas são equivocados. Por essa razão discordo tanto daqueles filósofos da ciência que têm dado por fato que os ‘padrões’ científicos gerais são imutáveis e que a razão pode reconhecê-los a *priori*, como daqueles que têm pensado que a luz da razão só ilumina casos particulares.” (LAKATOS, 1984<sup>a</sup>: 137)<sup>86</sup>

Essa resposta de Lakatos visa escapar à crítica kuhniana na medida em que propõe um retorno para o filósofo da ciência a partir da avaliação indireta (via reconstrução histórica) de metodologias de investigação científicas rivais, por indicar se uma determinada metodologia está comprometida com a reconstrução racional de partes da história da ciência que, por consenso, não podem deixar de ser

---

<sup>86</sup> Grifo meu.

reconstruídas. Trata-se de uma resposta à acusação kuhniana de que, se a história interna é racional, o filósofo não teria nada a aprender com a história da ciência. Contudo, a resposta não é plenamente satisfatória, pois ao lançar mão da necessidade de um consenso, Lakatos abre caminho para uma outra objeção, não respondida, e que diz respeito à possibilidade do efetivo estabelecimento de um consenso na comunidade que se dedica à história da ciência. Para Lakatos, essa comunidade escolhe os programas de investigação científica que devem necessariamente estar presentes em qualquer reconstrução histórica. Mas, ao mesmo tempo que parece razoável a noção da existência de um consenso desse tipo, tal consenso parece também ser preenchido por generalidades e senso comum que pouca representatividade teriam como critério de avaliação entre duas metodologias rivais. Se se impõe a tarefa proposta por Lakatos de proceder a uma avaliação, ainda que indireta, das metodologias de investigação, então os problemas que aparecerão serão maiores que a de escolher entre duas metodologias rivais, das quais uma não permite a reconstrução histórica racional de um programa tido como consensual. Afinal, se o consenso que Lakatos quer estabelecer versa sobre assuntos pouco polêmicos e generalistas, a resposta dada a Kuhn não é plenamente satisfatória.

### Capítulo III - Lakatos e a Reconstrução Racional da Revolução Copernicana

Lakatos apresenta um único estudo de caso com o intuito de aplicar sua metodologia dos programas de investigação científica à reconstrução histórica da ciência<sup>87</sup>, no qual pretende confrontar as diversas metodologias de investigação científica de acordo com os critérios de avaliação das reconstruções históricas racionais, por ele expostos<sup>88</sup>. O confronto entre as diversas metodologias permite uma melhor compreensão do que Lakatos acredita ser o principal problema da filosofia da ciência contemporânea, i.e., “a avaliação normativa dos programas de investigação científica” ou, como ele denomina, o problema da avaliação, que por sua vez depende do posicionamento que as diversas metodologias têm frente ao “problema da demarcação”, i.e., saber quais são os critérios que, uma vez satisfeitos, tornam uma teoria científica ou que, ao caso contrário, tornam-na pseudo-científica.

O problema da avaliação, para Lakatos, não deve ser confundido com a explicação da mudança científica, i.e., saber como aparecem novas teorias e de que modo elas emergem. A avaliação da mudança científica é um problema que deve ser resolvido pela filosofia da ciência — que, por sua vez, deve procurar resolvê-lo internamente ao discurso científico. Já o problema da explicação da mudança científica não pode ser resolvido internamente à ciência, portanto não deve ser um problema da filosofia da ciência, mas sim da psicologia e da sociologia do conhecimento. Assim há, de um lado, uma “lógica do descobrimento”, e de outro,

---

<sup>87</sup> LAKATOS, I.; ZAHAR, E. Why did Copernicus's research programme supersede Ptolemy's? in: *The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers* Ed. J. Worrall and G. Currie. vol. 1. Cambridge: University Press, 1986. p. 168 - 192.

<sup>88</sup> Vide “a avaliação dos programas de investigação historiográfica”, p. 68 ou, mais especificamente, “critérios de avaliação”, p. 70.

uma “psicologia do descobrimento”, sendo que a primeira gera a história interna da ciência enquanto a segunda gera uma história externa.

A distinção entre psicologia e lógica do descobrimento remete a Popper (1972, seção 2) que separa as questões de fato (*quid facti*) das questões de justificação ou validade (*quid iuris*). As primeiras visam saber como uma nova idéia ocorre ao homem (seja um tema literário, musical ou uma teoria científica) e, embora possam exercer grande fascínio, não têm interesse para a análise da lógica do descobrimento científico: trata-se do objeto próprio do que Popper denominou “psicologia empírica”. À lógica interessam questões tais como: pode um enunciado ser justificado ou ser passível de prova? Qual a dependência que os enunciados guardam entre si? Ou seja, a tarefa que compete à lógica da descoberta é investigar os métodos que são empregados nas provas a que toda idéia nova, na ciência, é submetida para ser levada em consideração. Mas, não interessa o processo pelo qual a idéia foi originada, não interessa a reconstrução histórica das fases que conduziram o cientista ao encontro de uma nova idéia. O que se quer reconstruir não é o processo de inspiração, mas as provas pelas quais se descobriu, mais tarde, que a inspiração era uma descoberta que veio a ser reconhecida como parte do que se denomina “ciência”<sup>89</sup>.

Uma vez feita essa distinção, o historiador da ciência, sabendo de antemão que a história interna tem precedência sobre a externa, deve, em sua reconstrução histórica, dar prioridade ao problema da avaliação dos programas de investigação científica. Segundo Lakatos, os filósofos da ciência postulam critérios metodológicos

---

<sup>89</sup> A proposta de Lakatos da divisão entre história interna e história externa da ciência parece muito próxima a uma proposta lançada, porém não desenvolvida, por Popper na *Lógica...*: “... os processos envolvidos na estimulação e produção de uma inspiração, devo recusar-me a considerá-los como tarefa da lógica do conhecimento. Esses processos interessam à Psicologia Empírica, não à Lógica. Será outro o caso se desejarmos reconstruir racionalmente as provas posteriores pelas quais se descobriu que a inspiração era uma descoberta ou veio a ser reconhecida como conhecimento. Na medida em que o cientista aprecie criticamente, altere ou rejeite sua própria inspiração, poderemos, se o desejarmos, encarar a análise metodológica levada a efeito como um tipo de ‘reconstrução racional’ dos correspondentes processos mentais. Sem embargo, essa reconstrução não apresentaria tais processos como realmente ocorrem — ela pode apenas dar um esqueleto lógico do processo de prova. Contudo, talvez seja isso o que pretendem dizer aqueles que falam de uma

com o intuito de, a partir deles, poder avaliar como se dá o processo de mudança científica. Contudo, para atingir esse objetivo, os critérios metodológicos postulados devem oferecer respostas para dois grandes problemas da filosofia da ciência:

(1) O problema da racionalidade da ciência, ou seja, quais os critérios de racionalidade que permitem que se aceite uma teoria como científica;

(2) O problema de definir quais critérios diferenciam uma teoria científica de uma pseudo-científica.

### *1 Reconstruções da Revolução Copernicana*

Não é incomum interpretar a revolução copernicana como a aceitação popular da crença de que o Sol e não a Terra está no centro do universo, contudo é estranho pensar Copérnico trabalhando com esse propósito e, mesmo que assim fosse, a mudança de uma crença popular não é parte do objeto da história da ciência, *stricto sensu*; ou seja, não é elemento constitutivo da história interna, embora possa servir-lhe de complemento. As “crenças e os estados mentais” devem ser deixados de lado para que sejam privilegiados os enunciados e seus conteúdos objetivos<sup>90</sup>. Desse modo, as metodologias elaboradas pela filosofia da ciência que assim procedem, procuram, na maioria das vezes, entender a revolução copernicana a partir da análise de hipóteses isoladas que são utilizadas para compreender o confronto com a astronomia ptolomaica, enquanto Lakatos defende o entendimento da revolução como um choque ou um embate de programas rivais; sendo “programa” um conjunto estruturado de teorias, hipóteses e diretrizes específicas para a solução de problemas e que se modifica ao longo do tempo.

---

*'reconstrução racional' das maneiras pelas quais adquirimos conhecimento.*” (POPPER, 1972, seção 2, p. 32)

<sup>90</sup> Entenda-se “conteúdos objetivos” da mesma forma que POPPER. *Conhecimento objetivo*. 1972, cap. 3 e 4. Vide nota 78, e também HACKING, I. Imre Lakatos's philosophy of science. *The British journal for the Philosophy of Science*, v. 30, 1979, p. 381-402.

As tentativas de entendimento da revolução copernicana pela análise de hipóteses isoladas são classificadas por Lakatos em grandes blocos comuns, como segue abaixo.

Exposições empiristas:

- indutivista
- probabilista
- falsacionista (ingênua)

Exposições simplistas

Exposições irracionalistas:

- irracionalista *stricto sensu* (Kuhn)
- relativista (Feyerabend, Polanyi<sup>91</sup>)

### 1.1 Exposições Empiristas

As exposições empiristas, na definição de Lakatos, são as que atribuem a superioridade do sistema copernicano à relação das teorias com a base empírica, seja pela via da demonstração (indutivismo), da probabilidade ou do falseamento.

Para os indutivistas uma teoria é melhor que outra se foi deduzida a partir dos fatos, desde que isso não suceda com sua rival. Se ambas não forem deduzidas a partir dos fatos, então são meras especulações. Contudo, não se pode pretender, afirma Lakatos, que Copérnico tenha deduzido o heliocentrismo dos fatos. Tanto a teoria de Copérnico quanto a de Ptolomeu eram inconsistentes com os resultados observacionais conhecidos. Segundo Gingerich (1973)<sup>92</sup>, a teoria de Ptolomeu falha, por exemplo, ao estabelecer a posição de Marte equivocadamente, pelo menos, em 5°. E a teoria de Copérnico também previa igualmente mal as posições planetárias. Kepler conhecia esse erro e queixou-se dele nas Tábuas Rudolfinas e, mais tarde, segundo Gingerich, Adam Smith também faz tal advertência (1799, e antes em 1773).

---

<sup>91</sup> Sobre Polanyi, vide “Exposições Irracionalistas”, p. 90.

<sup>92</sup> GINGERICH. The copernican celebration, *Science Year*, 1973, pp. 266-67. apud Lakatos.

Além disso, Gingerich lembra que nas observações astronômicas de Tycho também encontram-se exemplos de que o sistema ptolomaico permite observações mais precisas do que as que se obtém com as Tábuas Prutênico-Copernicanas. O indutivismo foi seriamente criticado desde Belarmino, Whewell e, na concepção de Lakatos, destruído por Duhem e Popper e, considerando as objeções brevemente descritas, Lakatos conclui pela impossibilidade de reconstrução racional da revolução copernicana baseada em pressupostos indutivistas:

“Se as revoluções científicas consistem em descobertas de fatos novos e em generalizações válidas a partir deles, então não existiu uma revolução copernicana que se pudesse chamar científica.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 170)

Para os probabilistas, uma teoria é melhor que outra se tem uma “probabilidade superior com respeito à evidência total disponível no momento”. Há, segundo Lakatos, dificuldades epistemológicas que impedem o desenvolvimento do probabilismo. Popper<sup>93</sup>, por exemplo, apontou que toda e qualquer teoria tem probabilidade próxima a zero, com relação à verdade. Tendo em vista tais dificuldades, Lakatos afirma que:

Se as revoluções científicas consistem em propor uma teoria científica que é muito provável, dada a evidência disponível, então não existiu uma revolução copernicana que se possa chamar científica.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 171)

Para os falsacionistas, a determinação de condições claras e possíveis de refutabilidade de uma teoria é o que garante seu *status* de cientificidade. Há dois critérios distintos, no falsacionismo, para provar a superioridade da teoria de Copérnico:

---

<sup>93</sup> Vide Capítulo II, “A Discrepância entre História Reconstruída e História Real”, p. 63.

— que afirma que a teoria copernicana era refutável (científica) enquanto a ptolomaica era irrefutável (pseudo-científica);

— que afirma que ambas eram refutáveis e que o experimento crucial veio a refutar a ptolomaica<sup>94</sup>

De acordo com a primeira versão, a revolução copernicana foi a grande passagem do mundo da especulação (dogmático porque irrefutável) para o mundo da ciência (de ousadia na conjectura de novas idéias, crítica e integridade intelectual). A irrefutabilidade da teoria advinha de sua heurística, inteiramente *ad hoc*, i.e., capaz de acomodar qualquer observação planetária nova pelo acréscimo de quantos epiciclos e excêntricos fossem necessários. Por outro lado, interpreta-se a teoria copernicana como inteiramente refutável, ao menos em princípio. Lakatos contesta essa interpretação histórica atacando seus argumentos centrais: primeiro, a teoria ptolomaica não comportava um número indefinido de epiciclos que podiam ser manipulados para acomodar qualquer observação planetária; segundo, para Gingerich, Ptolomeu não possuía a percepção da possibilidade de utilização de infinitos epiciclos e, mesmo que a possuísse, não a considerou seriamente a ponto de aplicá-la. O que se pretende afirmar é que, mesmo que tenha havido a possibilidade de utilização de infinitos epiciclos e mesmo que desde Ptolomeu se soubesse dessa possibilidade, há que se levar em conta que nem Ptolomeu nem os seus principais seguidores à época de Copérnico fizeram menção a essa possibilidade técnica. Trata-se de um anacronismo a sugestão falsacionista da possibilidade desse recurso técnico por parte do programa ptolomaico àquela época.

A outra versão do falsacionismo afirma que durante muito tempo as duas teorias, a de Ptolomeu e a de Copérnico, eram refutáveis, rivais incompatíveis e permaneciam irrefutadas até que, finalmente, por meio de um experimento crucial tardio, a teoria ptolomaica foi refutada e a copernicana foi corroborada. Para Popper,

---

<sup>94</sup> Vide POPPER. The views concerning human knowledge. in: *Conjecture and refutations*. (1967a) p. 246

*“..o sistema de Ptolomeu não foi refutado quando Copérnico elaborou o seu..., é nesses casos que os experimentos cruciais são decisivos.”*<sup>95</sup>

Popper, sem levar Tycho em consideração, pensa que as fases de Vênus decidiram a questão a favor de Copérnico. Contudo, como diz Lakatos, Popper constrói essa história da revolução copernicana a partir de uma posição falsacionista ingênua e, por isso mesmo, peca; e seu pecado é modificar a história para adequá-la ao falsacionismo por meio da desconsideração da existência de inúmeras anomalias no sistema ptolomaico (isso, segundo Lakatos, “em qualquer de suas versões”). Popper é levado a cometer esse erro de interpretação histórica exatamente na tentativa de manter sua posição falsacionista segundo a qual, ao primeiro sinal de anomalia, os cientistas devem considerar o sistema teórico refutado e, havendo um outro concorrente, adotá-lo, se sobre ele não incidir igual ou pior refutação. O nome “falsacionismo ingênuo”, dado a essa primeira metodologia popperiana, designa exatamente esse problema, i.e., não distinguir entre uma simples anomalia do sistema e um experimento crucial<sup>96</sup>. Mesmo ao assumir um falsacionismo metodológico, Popper tem problemas ao efetuar a distinção entre anomalia simples e experimento crucial. Problemas que dizem respeito à caracterização geral de “experimento crucial”. Para Lakatos, a caracterização de “experimento crucial” pertence ao campo subjetivo do convencionalismo histórico, ou seja, *“...se um ‘falseador potencial’ popperiano deve ser interpretado como transcendente ou não transcendente...”*, essa escolha deve suceder *“...de acordo com a opinião dos cientistas eminentes...”*, enquanto para o Popper falsacionista ingênuo não é assim que acontece, como por exemplo, no caso da descoberta de Galileu das fases de Vênus, feita em 1616, foi o experimento crucial que falseou, para Popper, o sistema ptolomaico e permitiu a ascensão do sistema copernicano que não era falseado por esse experimento. Para Lakatos, entretanto, a descoberta das fases de Vênus não pode ser assim caracterizada pelos seguintes motivos:

---

<sup>95</sup> Id. ib.

<sup>96</sup> Vide POPPER. *Lógica*. seção 6. e LAKATOS (1974d) n. 49.

(a) Tanto o sistema ptolomaico quanto o copernicano apresentavam grande número de anomalias na época;

(b) O sistema de Tycho Brahe, tanto quanto o sistema de Copérnico, não é falseado pela descoberta galileana.

A partir de a, Lakatos argumenta que a impossibilidade de dar conta da descoberta das fases de Vênus era uma dentre muitas das anomalias com as quais o sistema ptolomaico convivia muito antes de 1616. Já o sistema copernicano, embora desse conta da descoberta galileana, continuava contendo anomalias não explicadas desde seu surgimento. Mas, prossegue Lakatos, mesmo que o falsacionista argumente que a descoberta das fases de Vênus era um experimento crucial, i.e., que tenha efetivamente refutado o sistema ptolomaico, daí não decorre, partindo dos critérios falsacionistas, a imediata aceitação do sistema copernicano, levando-se em conta b e, segundo Lakatos, o fato de que o sistema de Tycho era conhecido pelos cientistas (astrônomos) da época. Embora a descoberta das fases de Vênus possa ser considerada pelo falsacionista como refutadora do sistema ptolomaico, não pode explicar o porquê da aceitação do sistema copernicano em detrimento do sistema de Tycho. Para isso, segundo Lakatos, o falsacionista precisa lançar mão de outro experimento que explique porque Copérnico foi aceito e Tycho não. Isso, nos moldes falsacionistas, só pode ser feito por um experimento que, no limite, explique ou informe que o sistema de Tycho apenas aparentemente dava conta da descoberta galileana mas que, de fato, era por ela refutado. Um experimento nesses moldes, segundo sugere Lakatos, poderia ser o descobrimento da paralaxe estelar, por Bessel, em 1838. Contudo, o falsacionista, se utilizar do experimento da paralaxe, perde seu poder explicativo sobre a revolução copernicana, pois estaria jogando para 1838 os motivos pelos quais os astrônomos do século XVII abandonaram o sistema ptolomaico e adotaram o copernicano, preterindo o de Tycho (ou, hipoteticamente, algum outro sistema). Ora, esse é um procedimento anacrônico que, por isso mesmo, não pode ser mantido numa reconstrução histórica. Além disso, descoberta da paralaxe estelar, segundo Lakatos, teve poucas conseqüências para a aceitação do sistema copernicano pelos astrônomos se considerarmos que em 1838 o livro de Copérnico já havia sido retirado do *index* de obras proibidas por ter sido considerado,

pela Igreja, como provado. É inaceitável a uma reconstrução histórica, que se pretenda o mais internalista possível, a admissão de que assim ocorreu, e que durante quase três séculos os astrônomos não tinham como defender sua posição copernicana.

Para Lakatos, parte do erro falsacionista em admitir 1838 como a data do experimento em que o sistema copernicano firma sua superioridade sobre o ptolomaico está em confundir verificação e verdade. Pois não se trata de estabelecer se o sistema copernicano é verdadeiro, mas se é verificável, i.e., se satisfaz ao conhecimento empírico de *sua época*.

## 1.2 Exposições Simplistas

“Simplismo” é uma designação genérica de Lakatos para as metodologias que afirmam não ser possível decidir entre teorias mediante procedimentos empíricos, tendo que recorrer a um princípio segundo o qual uma teoria é melhor que outra se é mais coerente e/ou mais econômica que sua rival. Assim como outras metodologias da ciência que interessam à história da ciência, o simplismo, segundo Lakatos, é convencionalista, pois postula que as teorias sobre a ciência se assentam sobre convenções, assim como o próprio conhecimento científico. A crítica de Lakatos ao simplismo parte da possibilidade dessa posição, com algum engenho, conseguir acomodar os fatos em qualquer marco conceitual, o que parece encaminhar qualquer tipo de convencionalismo ao relativismo cultural e a sérias restrições ao estabelecimento de uma metodologia racional para o conhecimento científico. Com o intuito de escapar a essa objeção relativista ao método racional da ciência, o simplismo situa-se como busca pelo desenvolvimento de metodologias que se apoiem em um princípio universal, natural ou lógico, que têm como finalidade construir um marco metodológico ao redor do qual seja possível constituir conhecimento sobre a ciência. A tentativa simplista parte da constituição dos seguintes marcos:

- a teoria mais simples é a melhor dentre duas teorias equivalentes;
- a teoria mais coerente é a melhor no caso de uma equivalência observacional<sup>97</sup>.

Busca-se então explicar o sistema copernicano, primeiro, afirmando que era mais simples que o de Ptolomeu, e, segundo, afirmando que era mais coerente. Lakatos ataca a estrutura da metodologia e da argumentação simplista com relação à revolução copernicana da seguinte forma:

Pressupostos expostos por Lakatos:

**P<sub>1</sub>** - O simplismo é uma metodologia convencionalista (trata as teorias, no limite, como convenção);

**P<sub>2</sub>** - Com algum engenho é possível enquadrar os fatos em qualquer marco conceitual;

Posição simplista:

**S<sub>1</sub>** - A teoria mais simples é a melhor;

**S<sub>2</sub>** - A teoria mais coerente é a melhor;

Posição simplista frente aos pressupostos expostos por Lakatos:

**C** - Limita-se o relativismo de **P<sub>2</sub>** somente aos casos em que teorias são equivalentes do ponto de vista observacional; se não há equivalência, opta-se por uma ou outra de acordo com **S<sub>1</sub>** e **S<sub>2</sub>**.

No caso da reconstrução da revolução copernicana, tem-se:

**PL** - a teoria de Copérnico, nos séculos XVI e XVII era observacionalmente equivalente à de Ptolomeu, do ponto de vista da cinemática celeste.

---

<sup>97</sup> Lakatos diz “equivalência observacional” e não “equivalência empírica”, como é o caso do uso atual na filosofia da ciência. Prefere-se manter a terminologia original “equivalência observacional”.

Se **PL** está correto, então, de acordo com **C**, o simplismo vê-se obrigado a lançar mão da posição relativista **P<sub>2</sub>**, que o condena ao fracasso no caso da explicação da Revolução Copernicana. Contudo, o simplismo lança mão de duas interpretações da Revolução Copernicana que se contrapõem a **PL**. São elas:

**TS<sub>1</sub>** - A teoria de Copérnico superou a de Ptolomeu porque, de acordo com **S<sub>1</sub>**, era mais simples, o que é um fato histórico porque:

a<sub>1</sub> - é aceito praticamente por toda a comunidade de cientistas e filósofos da ciência que se dedicam ao assunto (assim acontece, por exemplo, com os historiadores da ciência que se utilizam do texto de Duhem como base);

a<sub>2</sub> - era aceito por Copérnico e por seus seguidores mais ilustres, como Galileu.

**TS<sub>2</sub>** - A teoria de Copérnico superou a de Ptolomeu porque (**S<sub>2</sub>**) era mais coerente. E era mais coerente porque Copérnico deu coerência à aparência celeste a partir da beleza e da uniformidade que introduziu nas direções reais e velocidades dos planetas.

Contra **TS<sub>1</sub>** e **TS<sub>2</sub>**, Lakatos argumenta que a maior simplicidade da teoria copernicana é um mito comparável ao mito de sua maior precisão; mito que foi destruído pelo trabalho de historiadores da ciência contemporâneos que afirmam que, embora o sistema copernicano resolva certos problemas de forma mais simples que Ptolomeu, tais simplificações acarretam complicações inesperadas na solução de outros problemas. Por exemplo:

“...o sistema copernicano é mais coeso porque prescinde de equantes e de alguns excêntricos, mas cada equante e cada excêntrico eliminado tem que ser substituído por novos epiciclos e excêntricos menores. O sistema é mais coeso porque torna imóvel a oitava esfera das estrelas fixas e elimina seus dois movimentos ptolomaicos, mas Copérnico paga a imobilidade da

oitava esfera com a mobilidade da corrupta<sup>98</sup> Terra, à qual se atribui um giro oscilante assaz complicado; ademais, Copérnico vê-se obrigado a situar o centro do universo não no Sol, como inicialmente pretendia, mas perto do Sol, em um ponto vazio.”  
(LAKATOS; ZAHAR, 1986: 174)

No que concerne à simplicidade, os sistemas de Ptolomeu e de Copérnico estão no mesmo patamar. Se, quanto aos aspectos gerais a nova estrutura de mundo parece mais simples, nos detalhes, ela é mais complexa<sup>99</sup>:

— Segundo Kuhn, a explicação copernicana do movimento planetário, por exemplo o movimento retrógrado, é ‘mais econômica’ que a explicação de Ptolomeu somente aparentemente; trata-se, portanto, de uma vitória propagandística;

— Ainda segundo Kuhn, mesmo que se admita que a teoria copernicana tenha maior harmonia estética, i.e., que ofereça uma explicação ‘mais natural’, e que tenha um menor número de pressupostos *ad hoc*, ela é definitivamente um fracasso, pois não é nem mais simples nem mais exata que suas predecessoras ptolomaicas;

— A esfera das estrelas dotadas de um movimento irregular em Ptolomeu, suscitou uma medida fundamental de tempo [com] um movimento ao largo de uma órbita de movimento irregular, o que é incoerente. Contudo, uma vez transferido esse movimento das estrelas para a Terra, como acontece no sistema copernicano, consegue-se uma astronomia mais coerente. Mas, como diz Lakatos:

“...se tal é o caso, a coerência parece residir nos olhos do observador. A simplicidade parece que depende do gosto subjetivo de cada um. E, se o incremento dramático de simplicidade em teorias observacionalmente equivalentes é o que

---

<sup>98</sup> Passível de corrupção, i.e. mudança, oposto ao céu, incorruptível.

<sup>99</sup> Excetuando a argumentação baseada em Kuhn, os argumentos expostos por Lakatos são de cunho genérico e não entram em detalhes técnicos sobre a simplicidade ou não do sistema copernicano. Isso acontece porque a função desses argumentos no texto de Lakatos não é outra senão a de pôr em dúvida a certeza da posição simplista adversária que, a princípio, mostra-se inabalável. Dessa forma, cumprem o objetivo maior do texto de Lakatos: colocar as

distingue as revoluções científicas, então a revolução copernicana não pode ser considerada como uma delas (ainda que algumas pessoas, como Kepler, tivessem entendido que sua superioridade se devesse à bela harmonia que o sistema copernicano introduziu).” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 174-5)

### 1.3 Exposições Irracionalistas

A argumentação lançada contra o simplismo leva à dúvida sobre a possibilidade de reconstruir racionalmente a revolução copernicana, ou seja, parece apontar para uma vitória irracionalista que, para Lakatos, é precipitada. Cabe, contudo, compreender os argumentos dos dois tipos principais de exposição irracionalista: o de Kuhn e o de Feyerabend conforme estão reconstruídos no texto de Lakatos.

Os irracionalistas negam a possibilidade de uma demarcação universal ou de um sistema de avaliação para julgar as teorias científicas alegando que todas as metodologias que buscaram estabelecer critérios universais de demarcação, segundo os quais poder-se-ia explicar todos os momentos fundamentais de mudança na ciência, falharam. Para o irracionalista, a busca por um “código” capaz de demarcar o que é científico do que é pseudo-científico ou capaz de nos permitir julgar entre duas teorias rivais qual é a melhor, é uma busca vã. Não há e nem é possível que haja um “código” dessa natureza — este é, em linhas gerais, o pressuposto básico do irracionalismo. Efetuar tais tarefas, demarcar a ciência da pseudo-ciência e julgar entre teorias rivais, só é possível a partir da “jurisprudência” e com a autonomia do “tribunal de cientistas”, que faz julgamentos dessa natureza. Em cada caso particular de disputa entre duas teorias deve-se permitir que o *Fingerspitzengefühl* (faro) dos “grandes cientistas” decida tácita e subjetivamente qual teoria é a melhor. Assim, com

---

posições adversárias em dúvida de modo a preparar o terreno para a apresentação de sua própria posição sobre a revolução copernicana.

relação à revolução copernicana, Polanyi, outro autor com posicionamento irracionalista citado por Lakatos, afirma que...

“...os copernicanos reafirmavam [suas posições] quando defendiam com paixão que a teoria heliocêntrica não só era uma forma adequada de descrever as órbitas planetárias, mas que realmente era certa, e fizeram isso durante cento e cinquenta anos antes que Newton provasse sua idéia e contra fortes objeções.” (POLANYI, 1966: 23)<sup>100</sup>

Seguindo as linhas gerais do irracionalismo, expostas acima, Kuhn elaborou sua concepção do programa copernicano<sup>101</sup>, na qual afirma:

“...para os astrônomos, a escolha inicial entre o sistema copernicano e o ptolomaico somente podia depender dos gostos de cada um, e as questões referentes aos gostos são as mais difíceis de definir e debater. Contudo, e como indica a revolução copernicana, estas questões não são sem importância. Um ouvido acostumado a discernir a harmonia geométrica podia descobrir uma nova nitidez e coerência na astronomia de Copérnico centrada no Sol e se tal nitidez e coerência não tivessem sido reconhecidas não teria havido uma revolução.” (KUHN, 1957: 23)

Posteriormente, Kuhn complementou sua concepção em outras duas obras<sup>102</sup>, a partir da introdução da noção de que a astronomia ptolomaica, embora não conseguisse prever a precessão do movimento dos planetas com relação aos

---

<sup>100</sup> POLANYI. *The tacit dimension*. London: Routledge and Kegan Paul, 1966.

<sup>101</sup> KUHN. *The copernican revolution*. Harvard: Harvard University Press, 1957.

<sup>102</sup> KUHN. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1992. KUHN. The function of dogma in scientific research. In: Crombie (ed.). *Scientific Change*. Londres: Heinemann, 1963.

equinócios<sup>103</sup> desde sua origem na Grécia, somente entrou em “estado de crise” a partir o início do século XVI<sup>104</sup>; “crise” que, para Kuhn, é o prelúdio necessário de qualquer revolução científica:

---

<sup>103</sup> A compreensão do termo “equinócio” está vinculada à compreensão do movimento aparente do Sol: o movimento diurno, de rotação para oeste, e o movimento anual, que se faz lento para leste. Esse último movimento, para leste, dá-se ao longo da eclíptica, círculo imaginário, achatado e descentralizado em relação ao pólo celeste. Equinócios são os momentos no ano em que o Sol, ao descrever a eclíptica, passa pelo equador, o que ocorre no outono e na primavera. Vide Apêndice.

<sup>104</sup> Segundo Kuhn (1992: 95-97), o sistema ptolomaico foi extremamente bem sucedido quando do seu nascimento, tendo possibilitado a predição da “mudança de posição” das estrelas e dos planetas. Porém, quanto às predições das posições planetárias com respeito aos equinócios, nunca estiveram de acordo com as observações. Esse foi, segundo Kuhn, durante muito tempo, o principal “quebra-cabeça” da astronomia normal ptolomaica e, durante certo tempo, os astrônomos acreditaram na possibilidade de efetuar o ajuste da teoria à observação. Mas, o resultado do esforço da pesquisa da astronomia normal tornou excessivamente complexa a teoria ptolomaica que, em contra-partida, continuou impossibilitada de prever, com precisão, as posições planetárias. Devido às deficiências de comunicação entre a elite científica, tais dificuldades só foram admitidas muito lentamente e, de modo contundente, apenas no século XVI quando, para Kuhn, o sistema ptolomaico era visto, como descreve Domenico da Novara, colaborador de Copérnico, como tão complicado e impreciso que não poderia ser a expressão real da natureza. Para Kuhn, é apenas o século XVI de Novara e de Copérnico que marca o reconhecimento do sistema ptolomaico como “fracassado nas resoluções de seus próprios problemas tradicionais”.

Ao lado do fracasso da “atividade técnica do sistema ptolomaico normal” na resolução de seus principais problemas, estava, segundo Kuhn, outro ingrediente da crise na astronomia da época: a pressão social para a reforma do calendário (que tornou urgente a solução da questão da precessão dos equinócios). Além desses, dois fatores de instauração do estado de crise são citados: a crítica medieval a Aristóteles e o neoplatonismo da Renascença.

Um outro elemento deve ser levado em consideração para a compreensão do estado de crise: a antecipação completa do novo paradigma que, desapercibido, já existia muito tempo antes de ser adotado. Como exemplo, Kuhn cita (1992: 103) “a antecipação completa” que Aristarco, no século III a.C., faz de Copérnico. (Sobre os antecedentes do embate entre os programas aristotélico-ptolomaico e copernicano, vide “Apêndice”, p. 112.

Cabe ressaltar que, para Kuhn, a transição de um paradigma em crise para um novo não é um processo de acumulação de conhecimentos porque:

a - nenhum cientista abandona seu paradigma por estar em crise, embora possa começar “a perder a fé e a considerar outras alternativas”. Isso acontece porque os cientistas não consideram as anomalias de seu sistema como contra-exemplos refutadores. Os contra-exemplos apenas ajudam a reforçar uma situação que vem a ser caracterizada como estado de crise;

b - apenas quando uma anomalia ganha importância — o que acontece devido a fatores os mais variados, desde colocar em questão princípios fundamentais de um sistema até a existência de pressão social a determinar a importância de um dado problema — inicia-se o processo de abandono do velho paradigma;

c - a partir desse processo instaura-se o prelúdio da revolução, que é a reconstrução do próprio ramo da ciência em crise com novos princípios que alteram generalizações teóricas, métodos e aplicações. Nessa época, o cientista “procura ao acaso, realizando experiências simplesmente para ver o que acontecerá, procurando um efeito cuja a natureza

“O estado da astronomia ptolomaica era um escândalo público antes que Copérnico propusesse uma mudança básica da teoria astronômica, e o prefácio em que Copérnico descreveu seus motivos para realizar a inovação constitui uma descrição clássica dos períodos de crise” (KUHN, 1963: 367)

Para Kuhn, não existe um critério a partir do qual é possível afirmar que o sistema copernicano é superior ao ptolomaico e que por esse motivo o sucedeu. É a *elite científica* que, segundo um senso estético-geométrico e uma sensibilidade para a percepção da crise em que vivia o programa aristotélico-ptolomaico, comparou e concluiu qual programa era melhor. Contudo, como diz Lakatos, a idéia de que o programa aristotélico-ptolomaico entrou em “crise”, desde o século XVI, não encontra apoio “líquido e certo” na história da ciência e a concepção de “elite científica” não é menos problemática que a concepção de “simplismo” e “convenção”:

“...parece que tão logo se entra nos detalhes, a explicação de Kuhn não é menos problemática que as explicações demarcacionistas. Ele se vê obrigado a inventar uma ‘crise’ sócio-intelectual na elite científica que trabalha com o paradigma ptolomaico no século XVI e depois, uma repentina mudança para o copernicanismo. Se estas são as condições necessárias para uma revolução científica, então a revolução copernicana não foi uma revolução científica.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 177)

Sobre o relativismo de Feyerabend, Lakatos resume da seguinte forma sua tese principal: tanto os historiadores demarcacionistas (os empiristas e simplistas) quanto os elitistas (como o irracionalismo de Kuhn) falharam ao explicar a revolução copernicana porque não tomaram o programa aristotélico-ptolomaico e o copernicano

---

*não pode imaginar com precisão*” (Kuhn, 1992: 118-119). Assim, o novo paradigma não relaciona-se com o antigo, no que concerne à elaboração teórica, metodológica ou quanto às

como conjuntos de crenças, distintos e rivais, e o copernicano obteve uma vitória propagandística. Além dessa constatação, nada mais pode ser dito, basicamente por dois motivos: a impossibilidade de justificar a escolha de um programa e o conjunto de valores contemporâneos que regem a reconstrução histórica. Quanto ao primeiro motivo, nada pode garantir a correção de uma teoria, nem princípios metodológicos nem a relação com a base empírica, sendo a aceitação de uma teoria, como é o caso da copernicana, uma questão de crença metafísica. Quanto ao segundo, tem-se dois programas para a reconstrução histórica, ambos tendo feito previsões confiáveis, sendo, porém, um deles, o ptolomaico, contraditório com as leis e fatos aceitos pela física contemporânea. Segundo Lakatos, a explicação de Feyerabend é mais difícil de ser atacada e destruída que as demais e não é seguro que, de fato, seja possível descartá-la:

“É possível, de fato, que ao final tenhamos de admitir que a adoção da teoria heliocêntrica por Copérnico, Galileu e Kepler, e sua vitória, não é racionalmente explicável; que em grande medida foi uma questão de gosto, *Gestalt-switch* ou uma vitória propagandística.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 178)

## ***2 Exposição da Revolução Copernicana Segundo a Metodologia dos Programas de Investigação Científica***

A reconstrução histórica proposta por Lakatos tem por objetivo mostrar que a partir da metodologia dos programas de investigação científica é possível compreender a mudança histórica ocorrida na ciência como sendo racional. Para isso, a reconstrução histórica deve ser guiada pelos pontos centrais da metodologia dos programas de investigação científica:

---

aplicações a que se propõe.

1. A unidade de avaliação da ciência não é uma hipótese isolada nem o conjunto de hipóteses, mas um programa de investigação, o modo pelo qual se estrutura a ciência madura;
2. O programa de investigação científica pode ser compreendido como uma mudança estruturada de problemática, ou seja: séries de teorias em desenvolvimento segundo uma estrutura constituída por um núcleo duro (que comporta teorias e uma heurística negativa) e um cinturão protetor de hipóteses auxiliares, constantemente modificado pela pressão empírica e por uma heurística positiva;
3. Os programas de investigação são avaliados segundo regras que determinam se são progressivos (heurísticamente, teoricamente, empiricamente), estagnados ou degenerados.

Um programa supera outro se possui, em relação a ele, um excesso de conteúdo de verdade<sup>105</sup>, i.e., se recebe maior apoio da base empírica da ciência, ressalvando que dois programas rivais nunca podem ser equivalentes para Lakatos. Se dois programas quaisquer vêm a ser equivalentes por meio de uso de hipóteses *ad hoc*, essa equivalência carece de interesse para a avaliação da mudança científica. Segundo a concepção de Lakatos, dois programas só são equivalentes se forem idênticos, caso contrário, devem possuir heurísticas diferentes que indicam caminhos e velocidades diferentes para a solução de problemas. No caso de uma evidência empírica apoiar dois programas rivais, deve-se verificar o modo pelo qual a evidência presta apoio ao programa: se é produto da elaboração teórica presente no núcleo ou se foi assimilada *ad hoc* (de acordo com a heurística positiva ou não). O peso da evidência empírica é, desse modo, sempre relativo a fatores heurísticos e temporais que envolvem e ajudam a definir o programa.

A preocupação central da metodologia dos programas de investigação científica, na reconstrução histórica, é conseguir explicar a mudança racional de um

---

<sup>105</sup> Feyerabend, em *Contra o método*, trata da superação de um programa por outro e aponta para a incomensurabilidade de teorias (ou programas teóricos). Vide especialmente p. 347-440 (1989).

programa para outro partindo do problema normativo colocado pelo convencionalismo revolucionário, i.e., o fato de sempre se poder conseguir equivalência empírica entre teorias. Problema que o simplismo tentou resolver reduzindo o peso da evidência empírica na explicação da mudança (o princípio de simplicidade ocupa o lugar da evidência empírica como sendo decisivo para a mudança). No caso do falsacionismo de Popper modificado por Lakatos, busca-se estabelecer um grau de progressividade que permita tratar a base empírica com um “*respeito positivo*”. A partir da aliança do falsacionismo sofisticado com a superioridade descritiva da metodologia dos programas de investigação científica é possível, crê Lakatos, reconstruir racionalmente boa parte da história da ciência, o que pode ser exemplificado pela reconstrução racional da revolução copernicana.

Tanto Ptolomeu quanto Copérnico trabalharam com programas de pesquisa, segundo Lakatos, por não terem se limitado à mudança básica da teoria astronômica, ou seja, por não se limitarem apenas a verificar conjecturas ou “*harmonizar um conjunto amplo de resultados observacionais, nem se comprometeram com nenhum dos ‘paradigmas’ da comunidade*” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 180). A partir dessas considerações iniciais, Lakatos elabora o que acredita ser uma descrição pouco polêmica dos programas ptolomaico e copernicano, para em seguida avaliá-los segundo seu grau de progresso.

A descrição histórica de Lakatos começa pela afirmação de que ambos os programas tiveram uma origem comum, qual seja, o “*protoprograma Ptolomaico-Platônico*”, que tinha como princípio a idéia de que...

“...todos os fenômenos astronômicos devem reproduzir-se mediante uma combinação de um número mínimo de movimentos circulares e uniformes (ou rotações esféricas uniformes em torno de um eixo). Este protoprograma não continha definição sobre o centro do universo. Neste caso, a heurística era a parte principal; o ‘núcleo duro’, secundário.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 180-181)

Lakatos denomina a posição Ptolomaico-Platônica de protoprograma por não conseguir identificar nela um núcleo efetivamente firme. Segundo Lakatos, até Aristóteles, as posições teóricas variavam para que a heurística do programa fosse mantida, pois era vista como a prioritária; a concepção de protoprograma é, portanto, daquele que dá origem a programas da ciência madura, embora não possua uma estrutura bem definida. É o caso, para Lakatos, da indefinição das teorias astronômicas anteriores a Aristóteles:

“Alguns, como Pitágoras, acreditavam que o centro era uma bola de fogo invisível para as regiões habitadas da Terra; outros como alguns platônicos acreditavam que era o Sol e outros, como Eudóxo, que era a própria Terra.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 181)<sup>106</sup>

O surgimento do geocentrismo representa, dentro da compreensão de Lakatos, a passagem do *protoprograma* para o *programa* pela constituição de um núcleo firme, que ocorre pelo desenvolvimento da física aristotélica que distingue entre mundo sublunar e supralunar e coloca a Terra no centro do universo. Para Lakatos, as teorias geocêntricas anteriores à de Aristóteles não só continham anomalias mas também afastaram-se, cada vez mais, da heurística platônica, da qual eram originárias. Eudóxo, por exemplo, não conseguiu explicar a variação de intensidade no brilho dos planetas e necessitou de 26 esferas concêntricas para explicar o movimento retrógrado e as estações.

“Depois [de Eudóxo] que se abandona esse sistema de esferas rotativas, cada modificação do programa geocêntrico realizou-se contra a heurística platônica. O excêntrico retirou a Terra de seu círculo. Os epiciclos de Apolônio e Hiparco implicavam que as órbitas reais dos planetas ao redor da Terra não eram circulares;

---

<sup>106</sup> Sobre Eudóxo, “Apêndice”, p. 120

finalmente, os equantes de Ptolomeu equivaliam a afirmar que inclusive o movimento do centro vazio do universo não era simplesmente uniforme e circular; era uniforme mas não circular visto a partir do ponto equante; era circular mas não uniforme visto a partir do centro da deferente: a circularidade uniforme foi substituída pela quase-circularidade quase-uniforme.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 181)

Para Lakatos, o equante equivale ao abandono da heurística platônica, o que também sugeriu o abandono do geocentrismo para Aristarco de Samos (310-230 a.C.)<sup>107</sup>. As modificações introduzidas no programa geocêntrico para resolver anomalias, como as referentes ao movimento e ao brilho, foram *ad hoc* e não produziram fatos novos. A heurística do programa platônico estava degenerada. Copérnico, segundo Lakatos, compreendeu o problema e acusou o programa ptolomaico de utilizar hipóteses *ad hoc* de três formas:

- a. Pela introdução de equantes, o que violava a heurística do próprio programa de Ptolomeu (heurísticamente *ad hoc* ou *ad hoc*<sub>3</sub>);
- b. Por violar o princípio de perfeição das esferas das estrelas fixas (parte do núcleo duro) ao introduzir nela dois movimentos (a rotação diária e a rotação sobre o eixo da eclíptica);
- c. Pelo fato de que a heurística platônica sempre foi empiricamente *ad hoc*, i.e., “*sempre marchou atrás dos fatos*”.

Quanto ao programa copernicano, diz Lakatos, não se trata de compreendê-lo como uma novidade do século XVI, mas como uma revitalização da versão de Aristarco do programa platônico. Para o copernicanismo, o núcleo duro era composto pela proposição de que as estrelas fixas eram o marco de referência para a física e, sob esse aspecto, diz Lakatos, Copérnico não inventou uma nova heurística, apenas revitalizou a de Platão:

“Segundo a heurística de Platão, as estrelas, que são os corpos mais perfeitos, idealmente deveriam ter o movimento mais perfeito<sup>108</sup>, isto é, uma rotação uniforme única em torno de um eixo.” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 183)

Copérnico “fixa” as estrelas conferindo-lhes somente um movimento circular uniforme tendo, para isso, que transferir movimento para a Terra, que passa a ser reconhecida como um planeta. Assim, Copérnico faz com que a heurística de Platão possa ser utilizada para a elaboração de hipóteses protetoras do núcleo do programa geocêntrico, ou seja, torna seu programa heurísticamente superior ao ptolomaico. O programa copernicano também foi, segundo Lakatos empiricamente e teoricamente progressivo, respectivamente, por ter melhorado a correspondência entre teoria e observação e por ter antecipado fatos novos, dos quais o principal foi a predição sobre as fases de Vênus, corroborada em 1616, por Galileu, quando das observações telescópicas.

Há, porém, um problema na reconstrução histórica de Lakatos. Se de fato o programa copernicano só foi corroborado em 1616, pelos próprios critérios metodológicos de Lakatos, também só foi progressivo a partir de então. A reconstrução histórica proporcionada pela metodologia dos programas de investigação científica coincide, assim, com a reconstrução falsacionista, na medida em que desloca a “revolução” de Copérnico. Como diz Lakatos, embora tenha sido empírica e teoricamente progressivo, somente em 1616 quando *fatos novos* foram corroborados é que o programa copernicano converteu-se em uma autêntica revolução.

---

<sup>107</sup> Aristarco supôs que a esfera das estrelas fixas e o Sol são imóveis e que a Terra move-se por dois movimentos: o de rotação diurna ao redor do seu próprio eixo e o de translação ao redor do centro do mundo, no qual está o Sol.

<sup>108</sup> O movimento circular é considerado o mais perfeito, segundo Lakatos, porque equipara-se ao repouso: “*posto que todos os pontos do círculo são equivalentes, o movimento circular uniforme é indiferenciável do repouso ou da ausência de movimento*” (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 183).

A noção de fato novo de Zahar, introduzida na metodologia, a partir de então, tem o intuito de eliminar esse problema da reconstrução histórica de Lakatos, pela possibilidade de alterar a compreensão de progresso. Segundo Lakatos, o critério de fato novo de Zahar permite compreender o programa copernicano como revolucionário antes de 1616, ou seja, para todos os efeitos, Lakatos e Zahar buscam restaurar o caráter revolucionário da obra de Copérnico.

### *2.1 A Modificação da Noção de Fato Novo e os Problemas da Reconstrução Histórica de Lakatos-Zahar*

Lakatos propôs, originalmente, que um programa de pesquisa é teoricamente progressivo se cada modificação conduz a predições novas e inesperadas e que é empiricamente progressivo se pelo menos algumas dessas predições resultem corroboradas. A noção de progresso de Lakatos repousa na noção de fato novo, donde decorre a relação da metodologia dos programas de investigação com o falsacionismo sofisticado tratada no primeiro capítulo desta dissertação. Zahar modificou a noção de fato novo ao propor que: *“Um fato será considerado novo com respeito a uma hipótese se não pertenceu a uma situação problema que governou a construção da hipótese.”* (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 185) É possível afirmar que a principal modificação promovida por Zahar está na elaboração de uma nova regra para a avaliação dos programas de pesquisa científica que pode ser assim formulada: a avaliação da relação das teorias com a base empírica, dentro de um programa de pesquisa, deve sempre levar em consideração o modo pelo qual a teoria foi construída e os problemas para a refutação dos quais foi projetada. Regra que vincula a avaliação de um programa com a história de seu desenvolvimento.

Aplicado à reconstrução da revolução copernicana, o critério de Zahar permite, segundo Lakatos, afirmar que Copérnico estava apoiado, somente com as teses apresentadas no *De revolutionibus*, em fatos que eram novos. Isto porque, embora fossem previamente conhecidos, tais fatos novos *“deram muito mais apoio a Copérnico do que a Ptolomeu, posto que neste último sistema eram explicados de*

*forma ad hoc mediante ajustes de parâmetros*" (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 237). Segundo Zahar, partindo do modelo básico de Copérnico em que o movimento dos planetas é circular e uniforme ao redor do Sol, mais a suposição de que os planetas superiores (mais distantes do Sol que a Terra) possuem um período maior que a Terra e os inferiores (mais próximos do Sol que a Terra) um período menor, pode-se prever, sem auxílio das observações posteriormente feitas por Galileu, os acontecimentos aparentes no céu. Zahar enumera seis proposições que dizem respeito a fatos novos não explicados pelo programa aristotélico-ptolomaico e que podem ser explicados a partir da leitura do *De revolutionibus*. Neil Thomason<sup>109</sup> listou e comentou as proposições citadas por Zahar chegando à conclusão de que não garantem excesso de conteúdo empírico ao programa copernicano com relação ao seu rival, se se parte da noção de fato novo de Zahar. As proposições são as seguintes:

**a – Os planetas param e retrocedem em seus movimentos** (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 185). Segundo a história reconstruída por Zahar, as paradas e retrocessos dos movimentos aparentes dos planetas são fatos novos desde que Ptolomeu organizou cada órbita planetária como sendo paralela à órbita do Sol, sendo que cada órbita planetária possuía um epiciclo maior e, então, também possuía paradas e movimentos retrógrados. Contudo, Zahar parece não levar em conta a antiguidade do problema das paradas e retrocessos dos movimentos planetários ao considerá-los como fato novo para Copérnico. Parece bastante improvável a afirmação de Zahar de que Copérnico não elaborou nem uma regra crucial tendo em vista o problema das paradas e retrocessos do movimento planetário, *“uma vez que a primeira dificuldade na predição da posição de um planeta está em prever suas paradas e movimentos retrógrados”* (THOMASON, 1992: 183). Assim, se o programa copernicano explica as paradas e os movimentos retrógrados dos planetas, tal explicação não pode ser compreendida como aumento de conteúdo empírico com relação ao programa ptolomaico, pois não se tratava de explicar um fato novo, mas um problema *a priori* presente na elaboração teórica de Copérnico.

---

<sup>109</sup> THOMASON, N. Could Lakatos evaluate the Copernican Research Programme?, *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 43, n. 2, junho de 1992, p. 161-200.

**b – Os planetas variam em brilho** (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 185). Semelhantemente ao “fato novo” (a), Zahar afirma que a variação do brilho dos planetas constituía-se enquanto fato novo tanto para o programa aristotélico-ptolomaico quanto para o copernicano. Entretanto, a variação de brilho dos planetas não pode ser classificada como fato novo (segundo a concepção de Zahar) por não satisfazer a condição de estar ausente da situação problema que governou a construção da explicação astronômica de Ptolomeu e de Copérnico. O fenômeno da variação de brilho já aparece como um importante problema da astronomia desde Apolônio (240-170 a.C.) e Hiparco (190-120 a.C.)<sup>110</sup>.

**c – “No programa copernicano isto [as paradas e os movimentos retrógrados dos planetas] explica a problemática não resolvida da variação de brilho dos planetas”** (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 185). Se Zahar pretende com tal afirmação sustentar que (b), enquanto fato novo, é explicado por Copérnico em detrimento de qualquer explicação anterior, o que daria aumento de conteúdo empírico ao programa copernicano em detrimento aos seus rivais, então a que se discordar, porque (b) não se constitui em fato novo, logo não pode representar aumento de conteúdo empírico.

**d – Os períodos dos planetas superiores e inferiores, vistos da Terra, não são constantes** (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 186). Zahar faz menção ao fato de que há irregularidade no aparecimento dos planetas, ao longo do tempo, em um mesmo ponto da esfera celeste. No programa ptolomaico, essa irregularidade pode ser explicada como uma consequência direta da adição de epiciclos. Para o programa copernicano, é o resultado da adição do movimento aparente do Sol ao movimento dos planetas para um observador colocado na superfície da Terra e que a toma,

---

<sup>110</sup> Apolônio e Hiparco utilizaram conjuntos de epiciclos e excêntricos para corrigir a explicação do movimento aparente dos planetas no céu. Dentre os problemas a serem necessariamente resolvidos pelos sistemas astronômicos já figurava, na época, a variação de brilho dos planetas. Vide COHEN; DRABKIN. *A source book of greek science*. Cambridge: Harvard University, 1966, p. 129 *passim*. Também Évora: “A concepção inicial do sistema em questão, proposta por Apollonios, resolvia as irregularidades planetárias mais importantes — movimento retrógrado, variação de brilho, desigualdade entre os períodos de tempo requeridos para as sucessivas trajetórias ao longo da eclíptica.” ÉVORA. *A revolução copernicano-galileana; I astronomia e cosmologia pré-galileana*. Campinas: CLE/Unicamp, 1993, p. 59.

hipoteticamente, como ponto fixo. Embora a irregularidade dos movimentos dos planetas possa ser compreendida como um fato novo, isto vale tanto para Copérnico quanto para Ptolomeu<sup>111</sup>. Além disso, Kuhn pondera que ambas explicações são geometricamente equivalentes (KUHN, 1957: 167-8) não constituindo, portanto, aumento de conteúdo empírico do programa copernicano em relação ao ptolomaico.

**e – Se um astrônomo tomar a Terra hipoteticamente como um ponto fixo, ele descreverá a trajetória de cada planeta como um complexo de movimentos, dos quais um componente será o movimento do Sol (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 186).** Para Zahar, a compreensão da presença do “movimento” do Sol no movimento aparente dos planetas constitui um fato novo para o programa copernicano. Contudo, é possível que não se possa compreendê-lo como fato novo nem para Copérnico nem para Ptolomeu. Segundo Thomason, a referência feita por Ptolomeu ao movimento retrógrado dos planetas como “*uma anomalia relacionada ao Sol*”<sup>112</sup> mostra que o problema já era conhecido e que possivelmente foi levado em consideração na elaboração da teoria astronômica do programa ptolomaico — não se constituindo, assim, em fato novo para esse programa. Se de fato a presença do movimento do Sol no movimento aparente dos planetas já se constituía como problema astronômico desde a Grécia, não há razão para acreditar que Copérnico não o levou em consideração quando da elaboração de sua astronomia. Dreyer (1953: 312)<sup>113</sup> lembra que Copérnico, enquanto astrônomo matemático, realizou inúmeros cálculos em que designa como um dos componentes das órbitas dos planetas o movimento do Sol. Não é correto afirmar, como quer Zahar, que Copérnico não considerou o efeito da estabilidade do Sol no centro do universo para a explicação do movimento aparente dos planetas. No *De revolutionibus*, Copérnico suscita a questão do movimento não uniforme aparente dos planetas: “*Há, pois, duas causas pelas quais o movimento*

---

<sup>111</sup> Já para a astronomia grega, a variação do tempo necessário para que um planeta percorresse o círculo da eclíptica, ao lado do movimento retrógrado, eram os dois grandes problemas a serem resolvidos, ainda que tal solução representasse a adição de um grande número de epiciclos e deferentes (KUHN, 1957: 168-9).

<sup>112</sup> *Almagesto*. Livro XII, 1H451. apud THOMASON, 1992: 183.

<sup>113</sup> DRAYER. *History of Astronomy from Thales to Kepler*. New York: Dover, 1953.

*uniforme de um planeta se apresenta como não uniforme: o movimento da Terra e o movimento próprio do planeta;” (COPÉRNICO: livro V, III, 447)<sup>114</sup>*

f – A determinação de distâncias planetárias representa excesso de conteúdo da teoria de Copérnico sobre a de Ptolomeu (LAKATOS; ZAHAR, 1986: 187); A determinação de distâncias planetárias não pode ser considerada fato novo por não ser, na época de Ptolomeu e Copérnico, obtida nem por observação, nem por predição (THOMASON, 1992: 186-7). A distância dos planetas coloca-se enquanto situação problema para qualquer astronomia que não possa prescindir de um universo ordenado e cheio. No *De revolutionibus*, Copérnico discute como as teorias geocêntricas falharam ao determinar a ordem dos planetas:

“É evidente o quão falho de persuasão é o argumento de Ptolomeu [*Almagesto*, IX, 1], segundo o qual o Sol teve de mover-se necessariamente entre os corpos muito afastados dele ou próximos, sabendo-se que a própria Lua se desvia largamente, e assim manifesta a falsidade do argumento. Mas que razão alegarão aqueles que põem Vênus abaixo do Sol e logo a seguir Mercúrio, ou os separam do Sol em qualquer outra seqüência, para explicar por que Vênus e Mercúrio não atravessam órbitas separadas, divergentes do Sol, tal qual outros planetas, sem violar a sua ordenação de acordo com a rapidez ou lentidão deles? Será portanto necessário Que a Terra não seja o centro ao qual a ordem dos planetas e das esferas se refira, ou então que não haja um princípio de ordenação nem razão possível para se dar a Saturno e não a Júpiter ou a qualquer outro planeta uma posição superior.”<sup>115</sup> (COPÉRNICO: livro I, X, 49-50)

Ao apresentar tal dilema, Copérnico considera que seu modelo astronômico, por estar apoiado na única ordem possível para os planetas, é o único que pode ser

---

<sup>114</sup> COPÉRNICO. *As revoluções dos orbes celestes*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

aceito como verdadeiro. Contudo, para Zahar, tal consideração não pode ser caracterizada como uma evidência científica. Dessa forma, nem para Ptolomeu, nem para Copérnico, a determinação das distâncias planetárias pode ser considerada como um fato novo.<sup>116</sup>

### ***3 As Noções de Progresso e Racionalidade Comprometem a Reconstrução Histórica de Lakatos?***

O estudo de caso de Lakatos sobre a revolução copernicana é a sua mais bem acabada tentativa de efetivar a avaliação das metodologias produzidas pela filosofia da ciência, a partir do confronto com dados históricos. Mas, o que são considerados dados históricos relevantes na reconstrução de Lakatos são avaliações “básicas” da elite científica, que são juízos *de valor* a propósito de específicas realizações da ciência<sup>117</sup>. Os juízos básicos de valor, uma espécie de saber científico aceito pela grande maioria dos cientistas deveriam, portanto, ser usados para avaliar as reconstruções históricas da ciência proporcionadas pelas metodologias produzidas pela filosofia da ciência<sup>118</sup>. Essa linha de argumentação traçada por Lakatos permite, pelo menos, dois ataques: pode-se, de um lado, inverter a posição de Lakatos e afirmar, com recurso à exemplos extraídos da história da ciência, que não há consenso quanto aos juízos básicos de valor da ciência; por outro lado, pode-se afirmar, como Feyerabend, que “os juízos básicos de valor raramente se prendem a boas razões” (FEYERABEND, 1989: 307) ou ainda que nada garante que a admissão por parte da comunidade científica de que uma determinada mudança científica, de um programa para outro, representou progresso. Para Feyerabend, esse é o caso da “revolução copernicana”:

---

<sup>115</sup> Grifo meu.

<sup>116</sup> Thomason lembra que nem Ptolomeu nem Copérnico podiam valer-se da triangulação para calcular as distâncias planetárias, mas que o fizeram valendo-se da “*doutrina da plenitude*”, rejeitada como heurísticamente *ad hoc* por Lakatos e Zahar (1986: 187, nota 3).

<sup>117</sup> LAKATOS, I. *History of science and its rational reconstructions*. Segundo edição da *Boston Studies for the Philosophy of Science*, v. VIII, p. 113.

<sup>118</sup> O problema da avaliação dos programas de investigação historiográfica foi tratado na seção “Problemas da Avaliação Proposta Por Lakatos”, p. 74, a partir de uma linha argumentativa semelhante. Aqui, o problema é apenas elencado.

“Todos admitem que a hipótese de Copérnico representou um grande passo avante, mas é difícil que alguém seja capaz de oferecer, a respeito daquela hipótese, uma explicação satisfatória, ainda que parcial...” (FEYERABEND, 1989: 307)

Lakatos conhece e trata dessas duas dificuldades. Quando os juízos básicos de valor dos cientistas não parecem ser razoáveis ou quando tais juízos são falhos frente aos resultados da reconstrução racional, deve-se equilibrar a disputa segundo o “estatuto do filósofo”. Assim, a reconstrução racional da história da ciência não pretende ser apenas a soma dos juízos básicos de valor da elite científica, nem a metodologia que melhor os absorve, mas um sistema pluralista de autoridades no qual os juízos básicos de valor da elite científica são predominantes enquanto há consenso sobre sua composição e que sofre pressões da filosofia da ciência quando desaparecem o consenso e a uniformidade. Tais pressões visam restaurar o consenso<sup>119</sup> pela imposição de juízos básicos de valor: “*Quando uma escola científica degenera em pseudociência, convirá, talvez, forçar o debate metodológico*” (LAKATOS: 122)<sup>120</sup>.

Para Feyerabend, a afirmação de Lakatos de que é preciso “forçar o debate metodológico” significa que “*os juízos tão facilmente formulados por Lakatos nem são resultados de pesquisas, nem porções da ‘prática científica’; são partes de uma ideologia que ele tenta impor-nos sob o disfarce de um ‘saber científico geral’*” (FEYERABED, 1979: 309). Isto ocorre quando Lakatos, de antemão, nomeia a metodologia dos programas de investigação científica como racional, o que significa que ela não pode defender ou explicar uma ação “irracional”:

“Sempre que Lakatos enuncia tal juízo — e ele o faz com frequência — apoia-se em entidades ‘externas’, por exemplo, em

---

<sup>119</sup> Para Lakatos, os séculos XVIII e XIX são exemplos de uniformidade dos juízos básicos de valor da ciência (LAKATOS. *History of science and its rational reconstructions*. Segundo edição da *Boston Studies for the Philosophy of Science*, v. VIII, p. 111).

<sup>120</sup> *History of science and...*, edição de Boston.

suas próprias inclinações conservadoras ou no conservadorismo inerente ao senso comum. Descobrimos, assim, que suas 'reconstruções' estão muito próximas das metodologias gerais que ele proclama vir examinando e com estas se confundem nos tempos de crise." (FEYERABEND, 1979: 309)

Sob uma outra perspectiva, pode-se perguntar como a reconstrução de Lakatos é racional? As "reconstruções racionais" de Lakatos refletem o que se entende por "bom saber científico geral", mas, como afirma Feyerabend, não demonstram que a ciência, ao menos nos últimos dois séculos, alcança resultados que se conformam aos métodos de seu próprio domínio, ao passo que isso não ocorre em outros tipos de saber: "*A ciência aristotélica, por exemplo, conseguiu dar acomodação a numerosos fatos, sem alterar suas noções básicas e seus princípios fundamentais, assim se conformando a seus próprios padrões de estabilidade.*" (FEYERABEND, 1979: 311).

Para Lakatos, o falsacionismo ingênuo e outras metodologias devem ser rejeitadas por que as reconstruções racionais que derivam delas chocam-se com juízos básicos de valor da comunidade científica, mas e a própria metodologia dos programas de investigação científica? O que garante que a possibilidade metodológica de apego a programas de investigação não é um engano? Da filosofia da ciência de Lakatos, em sua vinculação estreita com a história da ciência, não parece ter restado nada o que dizer aos cientistas, já que o racionalismo não compreende afirmações como "haja por instinto".

Contra a reconstrução histórica da revolução copernicana de Lakatos/Zahar, pode-se afirmar, como Feyerabend, que a alteração na ciência anunciada por Galileu opõe-se a aristotélica aos quais pode ter parecido exemplo de decadência. Ao formular um tal juízo de valor, "decadência", sobre a ciência copernicana, os aristotélicos faziam uso de "*...sua filosofia geral, de seus desiderata...*" (FEYERABEND, 1979: 312). Por desiderata, Feyerabend compreende que um grupo de "cientistas", no caso os aristotélicos da época de Copérnico, haviam criado uma "*ordem intelectual estável, baseada no mesmo tipo de percepção que auxilia o homem na sua atividade*

*cotidiana, 'preservação dos fenômenos' com o auxílio de artifícios geométricos...*", além dos juízos básicos de valor próprios da ciência aristotélica.

"E os aristotélicos tinham uma grande vantagem, pois os juízos básicos de valor dos seguidores do credo copernicano eram ainda mais variados e desarrazoados.... Além disso, a filosofia aristotélica tinha o apoio da crença disseminada, que continuou presente em Newton, de que a maioria das inovações era de importância secundária e de que tudo de relevante já havia sido descoberto." (FEYERABEND, 1979: 313)

Ao reconstruir a revolução copernicana como uma querela entre aristotélicos (antigos) e copernicanos (modernos), Lakatos vê-se obrigado a admitir que a mudança na "ordem intelectual estável" de juízos de valor dos aristotélicos para um novo referencial é por demais radical para ser considerada racional.

"Torna-se possível, naturalmente, 'reconstruir' a transição, substituindo os juízos básicos de valor aristotélicos (acerca de teorias aristotélicas) por juízos básicos de valor modernos e usar padrões modernos (progresso, com aumento de conteúdo) em vez de padrões aristotélicos (estabilidade de princípios; *post hoc* 'preservação dos fenômenos'). Mas a necessidade de tal 'reconstrução' mostraria, antes de tudo, o que Lakatos nega, ou seja que 'novos paradigmas trazem... uma nova racionalidade'." (FEYERABEND, 1979: 313)

Para compreender que a mudança promovida na ciência durante os séculos XVI e XVII foi racional, Lakatos tem que mostrar que os métodos aristotélicos não estavam sendo mais suficientes para alcançar os objetivos aristotélicos, ao mesmo tempo em que os métodos copernicanos não apresentavam o mesmo grau de dificuldades para alcançar os objetivos traçados ou mostrar que os objetivos copernicanos eram "preferíveis" aos objetivos aristotélicos — opção descartada, visto

que não há como decidir qual dos dois programas é o melhor, o que possui mais conteúdo empírico, o mais útil e, portanto, o preferível.

A metodologia dos programas de investigação científica, enquanto uma estrutura para a reconstrução da história da ciência é capaz de assimilar que os cientistas, ao adotarem um programa de investigação científica, trabalham segundo os métodos e objetivos do programa adotado, i.e., segundo a racionalidade interna ao programa. Mas Lakatos busca, para além dessa racionalidade interna ao programa de investigação científica, uma unidade mínima de significação compreendida interprogramas, ou seja, capaz de reconstruir a mudança a partir de elementos da história interna da ciência: uma base consensual de juízos de valor considerados científicos por programas rivais em um dado momento da história da ciência. Para Feyerabend, um diálogo desse gênero não acontece. Em seu lugar há um embate de elementos “externos” (na nomenclatura de Lakatos) à ciência que decide a mudança, como a propaganda, o preconceito, a ocultação de dados e outros elementos considerados irracionais sob a perspectiva de Lakatos.

Lakatos não nega a interferência de fatores externos na mudança científica, sem os quais não há possibilidade de reconstrução histórica. O que Lakatos faz é tomar como pressuposto metodológico a busca por uma reconstrução histórica que dependa o mínimo possível de uma explicação “externalista”. Mas o que são fatores externos não pode também variar de acordo com os critérios de racionalidade internos a cada programa de investigação ou, ainda, não seria possível que um programa de investigação “...tenha determinada história ‘interna’ apenas porque sua história ‘externa’ encerra atos compensadores que, a cada instante, violam a metodologia que a define” (FEYERABEND, 1979: 316)? Para Feyerabend, a divisão entre história interna e história externa de Lakatos não consegue explicar situações históricas cruciais da mudança científica, como no caso da participação de Galileu no processo da revolução copernicana:

“A ignorância de Galileu acerca dos princípios básicos da visão telescópica será certamente colocada na parte externa da história

da astronomia. Contudo,[...] dadas a ótica e as teorias psicológicas do século XVI, essa ignorância se fazia necessária para que Galileu falasse tão convictamente quanto falou. Naquela situação histórica a ignorância foi uma bênção. A crença ainda não fundamentada que ele depositava na doutrina copernicana era necessária para que ele desse ao que viu o valor de *evidência* e, mais especificamente, de evidência em prol da essencial similaridade entre coisas celestes e coisas terrestres. A existência de grupos de antiaristotélicos e de outros inimigos de filósofos de escola era necessária para transformar esses atos subjetivos em fenômeno social mais amplo e, afinal, em elementos de uma ciência nova.” (FEYERABEND, 1979: 316)

Porém, ainda que Feyerabend tenha razão em afirmar a precariedade das observações telescópicas, como, aliás, Kepler fizera em correspondência com Galileu, a metodologia dos programas de investigação científica pode, sempre, acomodar essa parte específica da revolução copernicana na história externa, mesmo porque, não interessa a história da ciência os motivos pessoais de um cientista para afastar-se ou apegar-se a um programa de investigação científica, interessa poder reconstruir o programa vencedor como progressivo e o derrotado como degenerativo ou estagnado nos momentos de mudança científica.

Num patamar mais modesto, agregando a estrutura proposta pela metodologia dos programas de investigação científica a compreensão histórica da noção de racionalidade, enquanto racionalidade de um programa de investigação científica, é possível compreender a filosofia da ciência como lugar da discussão metodológica sobre a história da ciência. Mas, se de fato é assim, então o que se tem, na perspectiva aberta por Lakatos, é somente uma filosofia da história da ciência.

Antes, porém, de levar a discussão ao estudo da revolução copernicana a partir do texto da primeira jornada do *Diálogo*, de Galileu, (Capítulo IV), cabe compreender como, segundo Pierre Duhem, desde a Grécia, forma-se duas linhas de estudo distintas sobre os problemas astronômicos que podem ser compreendidas como

protoprogramas ou como a própria história dos programas de investigação científica aristotélico-ptolomaico e copernicano-galileano do século XVII.

## Apêndice - O Universo das Formas Perfeitas e o Movimento Aparente dos Planetas

*Dentro dal ciel de la divina pace  
si gira um corpo ne la cui virtute  
l'esser di tutto suo contento giace.<sup>121</sup>*

Pierre Duhem, em *Salvar os Fenômenos*, trata a astronomia como sendo, das ciências a que se desenvolveu mais cedo, visto que desde a Grécia aproximou-se à forma das ciências modernas pelo vasto uso da matemática na elaboração de teorias astronômicas. As outras ciências do mesmo período, ao contrário da astronomia, utilizaram-se ou pouco ou de modo impreciso da linguagem matemática para expressar suas teorias. Assim, por exemplo, a *scientia de ponderibus* (estática) e a catóptrica (perspectiva), forneciam poucas teorias expressas em linguagem matemática cujas previsões pudessem ser numericamente avaliadas e comparadas à observação:

Se deixarmos de lado esses dois capítulos limitados, não temos diante dos olhos senão uma ciência cuja forma, já bem acabada, permita prever o aspecto de nossas teorias modernas da Física matemática; esta ciência é a Astronomia. Os sábios helênicos ou muçulmanos, os eruditos da Idade Média e da Renascença, diziam 'a Astronomia', onde dizemos 'a teoria física'. (DUHEM, 1984: 5)<sup>122</sup>

---

<sup>121</sup> "Sob o alto céu da divina paz / gira um corpo cuja virtude / anima tudo o que por dentro jaz." Dante Alighieri. *Divina Commedia*. Roma: TEN, 1993. Paradiso, canto II, 112.

<sup>122</sup> DUHEM, Pierre. *Salvar os fenômenos: ensaio sobre a noção de teoria física de Platão a Galileu*. Trad. R A Martins. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, Ed. do CLE, suplemento 3, 1984.

Mas, se por um lado, a astronomia antiga pôde ser comparada à física atual pelo seu grau de matematização, por outro, chamaríamos hoje os estudos da natureza, i.e., a física antiga, de metafísica ( não só por ela não ter alcançado o grau de aperfeiçoamento no uso da linguagem matemática da astronomia, mas, principalmente, por não haver ainda se separado do estudo metafísico do mundo material, a cosmologia). É por isso que ao nos perguntarmos quais as relações entre a astronomia e a física antigas, estamos também nos perguntando quais as relações entre a teoria física e a metafísica.

A tese de Duhem é que constituem-se na antigüidade dois grandes programas de estudo do céu que estabelecem relações distintas entre a teoria física e a metafísica. O primeiro deles, denominado por Duhem de “método do astrônomo”, de inspiração platônica<sup>123</sup>, prescreve que a astronomia deve limitar-se a salvar as aparências, ou seja, explicar o movimento dos astros que nós observamos, sem preocupar-se em perguntar pela natureza última da matéria celeste. O segundo é denominado por Duhem de “método físico”, é de criação aristotélica. A grande diferença desse método, se comparado ao primeiro, é a exigência prescrita por ele aos astrônomos, que as hipóteses astronômicas conformem-se ao conhecimento da natureza do céu (conhecimento este que é obtido pelo físico e não pelo astrônomo). O objetivo desse “apêndice”, é rever as respostas dadas à relação ‘teoria física\metafísica’ na antigüidade, tomando por base essa divisão proposta por Duhem por ser ela expressão da distinção do estatuto epistemológico da astronomia copernicana entre aristotélicos (que a compreendiam como capaz apenas de salvar os fenômenos) e galileanos (que postulavam que o copernicanismo desvendava a real estrutura do mundo) no século XVI-XVII. A análise de Duhem permite compreender porque o programa aristotélico-ptolomaico e o copernicano-galileano, duas estruturas distintas de conhecimento, podem estabelecer um confronto, visto que ambos são herdeiros do que Lakatos denominou protoprogramas de pesquisa científica originários de uma mesma tradição que parte do problema astronômico de Platão.

---

<sup>123</sup> Mais adiante far-se-á uma exposição detalhada dos dois métodos e discutiremos se o ‘método do astrônomo’, que prescreve que a astronomia deve limitar-se a ‘salvar os fenômenos’ dos movimentos dos astros, pode ser, como disse Simplicio, realmente atribuído a Platão.

## 1 A Constituição do 'Método do Astrônomo'

Segundo Duhem, Platão teria sido o primeiro a enunciar aquele que, até o século XVII, foi o mais importante problema da astronomia. Tal problema chegou até os dias atuais por Simplicio, que o recebeu de Sosígenes, professor de Alexandre de Aphrodisias, que, por sua vez o recolheu da *História da Astrologia* que teria sido escrita por Eudemos, discípulo imediato de Aristóteles, que o recebeu de Eudóxo, que primeiro teria recebido e trabalhado sob a teoria astronômica de Platão. Eis o problema transmitido por Simplicio:

“Platão admite, em princípio, que corpos celestes se movem com um movimento circular, uniforme e constantemente regular [i.e., no mesmo sentido]; ele coloca então este problema aos matemáticos: quais são os movimentos circulares, uniformes e perfeitamente regulares que convém tomar como hipótese, a fim de poder salvar as aparências apresentadas pelos planetas?”<sup>124</sup>

Nesse trecho vê-se atribuído à astronomia o objetivo de combinar movimentos circulares e uniformes para fornecer um movimento resultante semelhante ao movimento aparente dos astros. Quando os movimentos irregulares do céu forem explicados dessa forma, a astronomia terá cumprido seu objetivo de salvar as aparências.

Embora não se encontre em Platão, *ipsis literis*, a proposição dessa tarefa aos astrônomos de seu tempo, como quer Simplicio, a tarefa se colocaria para quem conhecesse a teoria astronômica de Platão, como o fez Eudóxo, por meio de sua teoria das esferas homocêntricas. A teoria astronômica de Eudóxo<sup>125</sup> é um exemplo bem

---

<sup>124</sup> SIMPLÍCIO. *In Aristotelis quatuor libros de Coelo commentaria*, livro 2, comentários 43 e 46. Apud DUHEM, opus cit., p. 7.

<sup>125</sup> Vide VLASTOS, G. *O universo de Platão*. Trad. Maria L M S Coroa. Brasília: UnB, 1987. pp. 43 - 44.

sucedido de continuidade com relação à teoria de Platão, especialmente com relação ao modo como Platão trata a questão do movimento solar. Em ambos os casos há a aplicação de uma composição de movimentos circulares, simples e uniformes que, compostos, explicam como os planetas (incluído o Sol entre os planetas) podem apresentar, no céu, movimentos complexos e irregulares.

Aplicando essa fórmula ao Sol, Platão obtém excelentes resultados, entretanto fracassa ao aplicá-la aos planetas, pois nesse caso, sua hipótese (da existência de apenas dois movimentos que se compõem, o do Mesmo e o do Outro) é restrita para lidar com os fenômenos do movimento planetário. Entretanto, Eudóxo, aplicando a mesma fórmula obtém relativo sucesso, substituindo o duplo movimento por um novo modelo em que trios ou quartetos de esferas homocêntricas fazem o papel dos pares de círculos de Platão. Mas, embora o trabalho de Eudóxo tenha obtido sucesso no que concerne a salvar os movimentos aparentes dos astros, não se pode compará-lo ao de Platão:

“É verdade, entretanto, que foi Platão que preparou o caminho para o triunfo de Eudóxo, pois o trabalho de Platão não só havia colocado o problema como já tinha solucionado o caso mais simples do movimento do Sol. Neste caso, Platão tinha realmente mostrado ‘quais movimentos regulares e uniformes devem ser formulados como hipótese para salvar os movimentos fenomênicos’: o movimento do Mesmo no plano do equador, completado em apenas vinte e quatro horas, e o movimento do Outro, no plano da eclíptica, completado em pouco mais de 365 dias.” (VLASTOS, 1987: 43-44)

Foi Platão quem lançou as bases que permitiriam a Eudóxo, mais tarde, apresentar uma solução do movimento dos planetas, assim como foi Platão quem deu o exemplo mais simples, o do movimento solar. Ver-se-á, agora, como Platão, por meio da tentativa de entender o movimento aparentemente irregular do Sol como um composto de movimentos circulares, compôs o método astronômico que permitiu a

Eudóxo e outros astrônomos constituírem uma ciência para a resolução de problemas astronômicos.

As idéias cosmológicas de Platão, apresentadas de modo mais completo e acabado no *Timeu*, não deixam de levar em consideração os conhecimentos obtidos pela astronomia de seu tempo. Platão não só conhecia a identidade e a ordem dos cinco planetas, como também conhecia as irregularidades de suas trajetórias. Sabia que a trajetória dos planetas, embora se dirigisse, como as estrelas fixas, para oeste, também estava sujeita a um outro movimento, em sentido inverso, muito mais lento, à leste (movimento retrógrado dos planetas). Sabia também que há diferenças entre as órbitas dos planetas, nos períodos de suas revoluções e em suas velocidades angulares relativas às estrelas fixas, e que as órbitas planetárias apresentam giros retrógrados<sup>126</sup> e avanços de planetas, em relação uns aos outros, como nessa passagem do *Timeu* :

“Descrever os movimentos estruturados (literalmente ‘coreografia’ (χορείας) desses deuses, suas justaposições (παραβολάς) e os giros retrógrados e os avanços de suas órbitas sobre si próprios (τὰς τῶν κύκλων πρὸς ἑαυτοῦς ἐπανακυκλήσεις καὶ προχωρήσεις); dizer quais deuses se alinham uns com os outros nas suas conjunções (ἐν ταῖς συνάψεσιν) e quais deles estão em oposição (καταντικρῷ), e em que ordem e quando se põem uns frente aos outros, de modo que alguns venham a ser encobertos de nossa visão para reaparecer, mais tarde, trazendo assim terrores e presságios de acontecimentos aos que não podem raciocinar — dizer tudo isto [usar] modelos visíveis seria trabalho vão.”  
(40<sup>e4</sup> - e<sup>5</sup>)<sup>127</sup>

---

<sup>126</sup> Sobre o conhecimento de Platão acerca do movimento retrógrado de Júpiter, vide CORNFORD, F. M. *Plato's cosmology*. London: Routledge & Kegan Paul, 1948. pp. 110-112.

<sup>127</sup> Seguindo a tradução de VLASTOS, op. cit., p. 37.

Mesmo tendo conhecimento desses resultados da astronomia observacional de seu tempo, Platão não podia deixar de conceber que o movimento dos planetas, em última instância, fosse circular e uniforme. Isso porquê, para Platão, as estrelas tinham necessariamente movimentos circulares e uniformes. Esse conhecimento fundamental foi expresso por meio de duas teses presentes no *Timeu* e nas *Leis*: (a) as estrelas são deuses e seus movimentos são “psicocinéticos”<sup>128</sup> (*Timeu* 898<sup>e7</sup> - 899<sup>a4</sup>, e *Leis* 898 d - 899<sup>d</sup>); (b) os movimentos estelares são circulares (*Timeu* 36<sup>c</sup> e seguintes, e *Leis* 898<sup>a3-6</sup>). Mais ainda, Platão propõe deduzir (b) de (a) e o faz combinando a (a) outras duas teses: (c) os deuses são perfeitamente racionais (*República* 379<sup>b</sup> e seguintes); (d) todo movimento perfeitamente racional é circular.

“(c) vem da teologia de Platão, que faz da bondade um atributo essencial da divindade<sup>129</sup>, em conjunção com sua pressuposição axiomática de que bondade implica racionalidade. Assim, quando o Demiurgo povoa o céu com uma raça inteiramente nova de deuses (...) é inevitável que todos eles devem ser providos de inteligência de imperturbável racionalidade. Quanto a (d), (...) [há] descrição do movimento circular no *Timeu* como “o mais conveniente à razão e a inteligência” (34<sup>a</sup>). O mesmo é expresso mais elaboradamente nas *Leis*: movimento rotativo — descrito como o que ‘se move, invariavelmente e uniformemente, sobre as mesmas coisas e em relação às mesmas coisas de acordo com uma só regra e ordem’ — é, ‘de todos os movimentos, o que tem de todas as maneiras a maior afinidade e semelhança possíveis com a revolução da inteligência’ (898<sup>a3-6</sup>).

Dadas as teses (a), (c) e (d), segue-se a tese (b): se os movimentos das estrelas são causados pelas suas almas, se as suas almas são racionais e se o movimento racional é circular, então todos os seus movimentos *devem* ser circulares.”

(VLASTOS, 1987: 38)

---

<sup>128</sup> Traduzido a partir de Vlastos.

<sup>129</sup> *República*, 379b e segts.

Há, em Platão, a exigência de que o movimento das estrelas seja circular. Mas se em relação a observação astronômica os movimentos das estrelas fixas estão de acordo com a exigência de que seu movimento fosse circular, isto não se aplica à observação dos movimentos dos planetas. Embora Platão pudesse apelar para o erro das aparências sensoriais ao desmentirem uma proposição obtida pela segurança da lógica dedutiva, não é isso que ele faz. Ao contrário, Platão se propõe a conciliar as observações astronômicas de seu tempo com sua convicção, *a priori*, de que todo movimento celeste é circular e uniforme.

No *Timeu*, Platão apresenta sua solução para o problema do aparente movimento irregular do Sol, que se baseia na combinação de movimentos circulares e uniformes (a grande herança sob a qual os astrônomos, daí por diante, irão trabalhar):

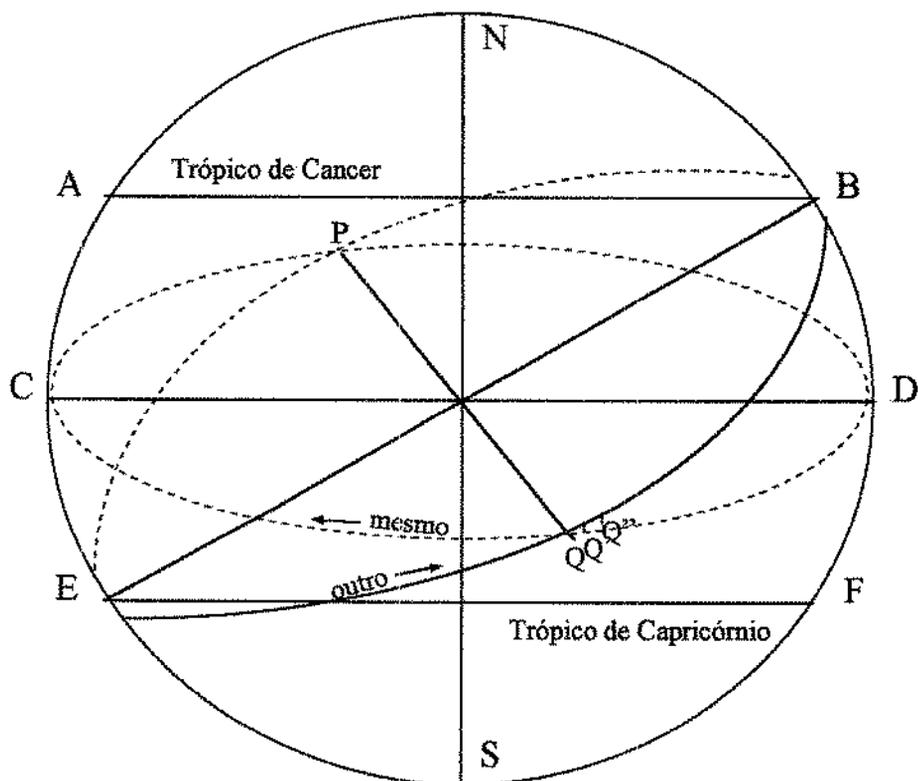
“... a revolução do Mesmo dá a todos os círculos [do Sol, da Lua e dos planetas] uma virada em espiral, porque eles se movem simultaneamente de duas maneiras, em direções contrárias...  
(στρέφουσα ἑλικά διὰ τὸ διχῆ κατὰ τὰ ἐναντία  
ἅμα προΐέναι)” (39<sup>a</sup>)<sup>130</sup>

Segundo Heath<sup>131</sup>, pode-se representar — graficamente, segundo a geometria elementar — essa passagem da seguinte maneira:

---

<sup>130</sup> Vide também a tradução de CORNFORD, op. cit. p. 112: “For the movement of the Same, which gives all their circles a spiral twist because they have two distinct forward motions in opposite senses...”

<sup>131</sup> HEATH, T. *Aristarchus of Samos; the ancient Copernicus*. New York: Dover, 1981. p. 160. Também cf. VLASTOS, p. 40



A esfera que envolve a figura representa a esfera celeste tendo seu raio reduzido à distância da Terra ao Sol. N e S representam o norte e o sul polares, respectivamente. CQDPC, representa o círculo do Mesmo<sup>132</sup> e gira na linha do equador celeste, para oeste. Se o Sol girasse somente segundo o círculo do Mesmo, teria uma revolução diurna (i.e., completaria um círculo) de 24 horas. EQBPE é a eclíptica que o Sol revoluciona por meio do zodíaco para leste<sup>133</sup>. AB e EF, planificadas para efeito de simplificação do desenho, representam os Trópicos. Supondo que o Sol posicione-se em Q (tanto a eclíptica quanto o plano de equador celeste interseccionem-se em P e Q), o movimento do Mesmo leva o Sol para oeste, segundo o círculo CQDPC, enquanto, ao mesmo tempo, o movimento do Outro leva o

<sup>132</sup> Não há, em Platão, como perquirir sobre a existência 'física' dos círculos do Mesmo e do Outro. Eles são apenas artificios matemáticos, que, como nesta página, podem ser representados geometricamente para uma melhor compreensão do movimento aparente dos astros.

<sup>133</sup> Segundo HEATH, op. cit. pp. 160-161, o Demiurgo faz o círculo do Mesmo, que revoluciona para oeste e que é o círculo das estrelas fixas, e o círculo do Outro, que compreende os círculos dos planetas, e que revoluciona para leste.

Sol em direção contrária, para leste, só que de modo muito mais lento, segundo a eclíptica EQBPE. Devido a composição de movimentos, o Sol, ao final de 24 horas, não estaria em Q novamente, mas estaria um pouco a leste de Q (no arco QE) em Q'. Se o ciclo for refeito, ao final de mais 24 horas, o Sol não estaria em Q', mas sim em Q'' e assim sucessivamente, em espiral (a distância entre Q Q' Q'' foi propositadamente ampliada para que pudesse ser visualizada no desenho).

Por meio da composição desses dois movimentos, Platão consegue dar conta do movimento aparente do Sol. Mas, além disso — ao não desprezar o conhecimento das observações astronômicas sobre o movimento dos planetas, que se apresentavam como um problema frente a suas teses sobre a circularidade do movimento dos astros — Platão acaba por constituir um método de abordagem para os astrônomos. Chegando a esse ponto, da solução do movimento aparente do Sol, Platão não poderia deixar de ir mais além, i.e., tentar solucionar o movimento aparente dos planetas. Entretanto, para essa tarefa, seu modelo de duplo movimento era insuficiente, tendo cabido a Eudóxo a melhor tentativa de solução a partir da heurística de Platão.

### 1.1 Eudóxo

Segundo Diógenes Laércio<sup>134</sup>, Eudóxo nasceu em Cnidos, na Ásia Menor, aproximadamente 409-357 aC<sup>135</sup>, tendo sido astrônomo, médico e legislador. Aprendeu geometria com Árcitas de Taranto (pitagórico), medicina com Philistion e também foi ouvinte de Platão. Depois de viajar para o Egito, retornou à terra natal onde fundou uma escola nos moldes da Academia de Platão. Porém mais tarde, voltou a viajar para o Egito, onde veio a falecer. Foi Eudóxo, segundo Simplicio, o primeiro a expandir o 'método do astrônomo' elaborado por Platão, por meio da adição de

---

<sup>134</sup> DIOGENES LAERTIUS. *Lives of eminent philosophers*. Trans. By R D Hicks. Loeb Classical Library. Cambridge: Harvard University Press, 1972. II vol. Book VIII, 86-91.

<sup>135</sup> Segundo MARIE, M M. *Histoire des sciences mathématiques et physiques*. (Primeira ed.: Paris: Gauthier-Villars, 1883) Liechtenstein: Kraus Reprint, 1977. Tome I, Eudoxe de Cnide, pp. 30-31.

esferas homocêntricas ao duplo movimento do Mesmo e do Outro. Eudóxo elaborou soluções para os movimentos aparentemente irregulares do Sol, da Lua e dos cinco planetas conhecidos (Vênus, Mercúrio, Marte, Júpiter e Saturno), expondo seu sistema em uma obra cujo título era Περὶ ταχέως (*Sobre as velocidades*) que, entretanto, não chegou até os dias atuais. Seu sistema somente pôde ser conhecido por meio de Simplicio, Aristóteles e Alexandre de Afrodísias (DUHEM, 1984)<sup>136</sup>.

Segundo o sistema de Eudóxo, todas as esferas que compõem o céu têm por centro o centro do universo que, por sua vez, é o centro da Terra, sendo que várias esferas, que não carregavam planetas — ἀνάστοι, segundo Teofrasto, citado por Simplicio. As esferas, para Eudóxo, não existiam de fato, eram consideradas apenas enquanto artifício matemático necessário para salvar as aparências — tinham a função de compor, por meio do acréscimo de movimentos circulares de diferentes direções e velocidades angulares, os movimentos aparentes dos céus. A primeira esfera, exterior a todas as outras, girava com um movimento uniforme, em um certo sentido. A segunda esfera, por sua vez, participava do movimento da primeira esfera, mas, sob ela, compunha um segundo movimento de rotação que diferia do movimento da primeira esfera. A terceira esfera recebia o movimento composto da segunda esfera e combinava a ele seu próprio movimento de rotação.

As composições iam sendo efetuadas dessa maneira até a esfera que carregava um planeta. O movimento aparente do planeta dessa esfera era, então, a resultante da transferência da composição de movimentos anteriores mais o movimento da esfera do próprio planeta. Por meio desse mecanismo de composição (no total eram 27 esferas<sup>137</sup>), Eudóxo chegou a um valor bastante razoável das revoluções zodiacais dos

---

<sup>136</sup> SIMPLICII *Commentarii in Aristotelis libros de Coelo*; in lib. II cap. XII; éd. Karsten. ARISTÓTELES. *Métaphisica*. Livro A, 8. ALEXANDRE APHRODISIENSIS *In Aristotelis Methaphysica commentaria*. Edit Michel Hayduck. Berolini, 1891. Cf.: DUHEM, P. *Le système du monde; histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Paris: Hermann, 1988. Tome I, La Cosmologie Hellénique, III - Les Sphères Homocentriques D'Eudoxe, pp 111-129.

<sup>137</sup> Simplicius, op. cit., cf.: DREYER, p. 90.

planetas, como pode ser constatado na tabela abaixo<sup>138</sup>. Ao mesmo tempo que obtinha um movimento resultante aparente próximo do observável, Eudóxo mantinha a observância de Platão, segundo a qual os movimentos dos astros deveriam ser simples, circulares e uniformes.

Planetas	Revoluções Zodiacais		
	<i>Segundo Eudóxo</i>	<i>Segundo os Modernos</i>	
	Anos	Anos	Dias
Vênus	1	1	-
Mercúrio	1	1	-
Marte	2	1	322
Júpiter	11	12	315
Saturno	30	29	166

Resumindo, pode-se afirmar que a tradição astronômica (ou protoprograma de pesquisa científica) erigida por Platão e, aperfeiçoada por Eudóxo, denominada por Duhem de 'método do astrônomo', partilhava, basicamente, das seguintes teses:

- 1 - Os movimentos dos astros são circulares, uniformes e giram em um mesmo sentido;
- 2 - Os aparentes movimentos irregulares dos planetas, podem ser explicados pela superposição de movimentos circulares e uniformes. Os principais exemplos desse tipo de explicação eram a solução dada por Platão ao movimento solar e o sistema de esferas homocêntricas de Eudóxo.
- 3 - As esferas que compõem os movimentos planetários não possuem existência física, são um mero artifício matemático<sup>139</sup>.

<sup>138</sup> SCHIAPARELLI, G. *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Calippo e di Aristotele*. Memoria letta nell' adunanza del 26 novembre 1874. Apud DUHEM, *Le système*

<sup>139</sup> Vide, sobre Platão, nota 13, p. 8, e sobre Eudóxo, p. 10.

## 2 O 'Método Físico'

Ao lado do protoprograma denominado por Duhem de "método do astrônomo", definido por Platão, Aristóteles defendia a existência de um outro método, ao qual Duhem denomina 'método físico'. Segundo Duhem, Aristóteles observava que o geômatra e o físico constantemente tinham o mesmo objeto de estudo, mas que o consideravam sob pontos de vista diferentes. O geômatra considerava a figura e o movimento em si, enquanto o físico considerava a figura como o limite de um certo corpo e o movimento como a velocidade de um outro corpo. Assim, para Aristóteles, ao lado do estudo astronômico do céu, era necessário implementar um outro estudo, sob o ponto de vista do físico:

"Eudóxo que o precedeu [a Aristóteles] um pouco e de quem ele estudou longamente as teorias, e Callippos que foi seu contemporâneo e amigo, seguiram exatamente o método do astrônomo, tal como Platão o havia definido; esse método é, portanto, perfeitamente familiar a Aristóteles. Mas, por seu lado, ele pratica um outro. Exige que o Universo seja esférico, que as esferas celestes sejam sólidas, que cada uma delas tenha um movimento circular uniforme em torno do centro do Mundo, que esse centro seja ocupado por uma Terra imóvel. Essas são condições restritivas que ele impõe às hipóteses dos astrônomos, e não hesitaria em rejeitar uma combinação de movimentos que pretendessem livrarem-se de alguma dessas condições. Ele as impõe, no entanto, não porque elas lhe pareçam indispensáveis para salvar as aparências que os observadores constataam, mas porque elas são exigidas, segundo ele, pela perfeição da essência de que os céus são formados e pela natureza do movimento circular." (DUHEM, 1984: 8)

A lista de exigências físicas as quais uma hipótese deve respeitar (universo esférico, constituído de esferas sólidas, com movimentos circulares e uniformes ao

redor do centro do mundo, centro este que seja ocupado pela terra imóvel), não parece, à primeira vista, muito diferente das exigências feitas pelo próprio Platão, e que resultam na circularidade do movimento. Entretanto, as restrições impostas às hipóteses astronômicas por parte de Aristóteles tornam-se muito mais fortes que a exigência de circularidade do movimento dos astros de Platão, se lhe adiciona uma condição epistêmica que, segundo a visão de Duhem, permeia essas exigências. Trata-se de exigir das hipóteses astronômicas, que delas possa-se aferir se correspondem a natureza última do céu, ao invés de apenas considerá-las hipóteses matemáticas. Em outras palavras, Aristóteles, ao conceber seu próprio sistema de esferas homocêntricas, com base nos estudos de Eudóxo, encerra em um mecanismo físico o sistema matemático das esferas de homocêntricas. Assim, para Aristóteles, as esferas não são apenas representações de fórmulas matemáticas, mas antes, têm realidade física, compondo uma vasta máquina na qual os corpos celestes são mantidos em movimento<sup>140</sup>.

Ou, como nos diz Duhem, ao analisar as hipóteses apresentadas pelos astrônomos e verificar que salvavam as aparências,

“...não teria o espírito humano o direito de exigir outra coisa? Não poderia ele descobrir e analisar algumas características da natureza dos corpos celestes? Não poderiam essas características servir-lhe para designar certas classes às quais as hipóteses astronômicas deverão se conformar necessariamente? Não se deveria, então, declarar inaceitável uma combinação de movimentos que não pudesse se ajustar a qualquer dessas classes, mesmo se essa combinação salvasse as aparências?”  
(DUHEM, 1984)

Se o método proposto por Platão fosse capaz de fornecer uma resposta isenta de ambigüidade, i.e., fosse capaz de fornecer um sistema, o único a salvar as

---

<sup>140</sup> Cf. ÉVORA, F R R. *A revolução copernicano-galileana*; Coleção CLE, vol. 3. Campinas: CLE, 1993. Tomo I - Astronomia e cosmologia pré-galileana. p. 39, nota 33.

aparências, talvez fosse, então, possível responder a essas indagações do espírito sem recorrer ao “método físico”. Contudo, é possível salvar as aparências, segundo o “método do astrônomo” por diferentes combinações de movimentos circulares, gerando equivalência empírica entre teorias díspares:

“O sentido geométrico dos Gregos era aguçado demais para que esta verdade lhes pudesse ficar escondida por muito tempo; sistemas astronômicos antigos, como por exemplo o de Filolaus, não poderiam germinar senão em espíritos bem convencidos deste princípio: um mesmo movimento relativo pode ser obtido por meio de diferentes movimentos absolutos.” (DUHEM, 1984: 9)

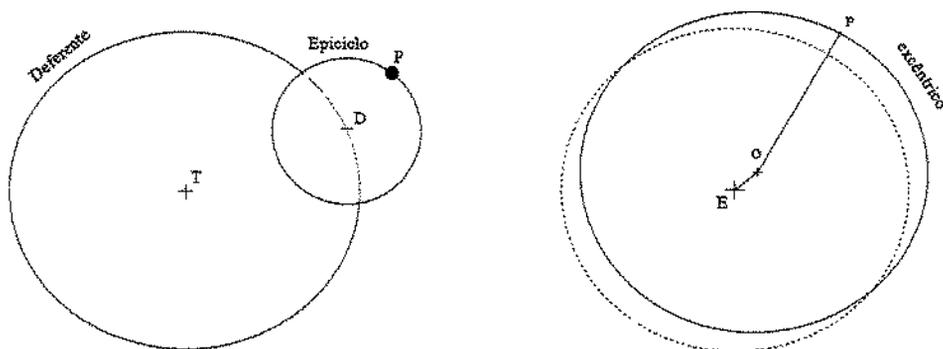
Hiparco, por exemplo, expôs que o movimento do Sol poderia ser igualmente bem representado por dois sistemas diferentes<sup>141</sup>: (1) supondo que o Sol descreva um círculo excêntrico em relação ao centro do mundo (i.e., cujo centro não corresponde ao centro do mundo); (2) supondo que ele descreva um epiciclo (desde que a revolução desse epiciclo transcorresse ao mesmo tempo em que seu centro percorresse o círculo do mundo). Sobre esses resultados, Hiparco afirmava que apenas uma das hipóteses concordantes poderiam estar de acordo com a natureza das coisas e que a outra hipótese que concorda com ela, o faz apenas segundo as observações dos movimentos aparentes; essa concordância é por acidente:

“Está evidentemente de acordo com a razão que haja concordância entre as duas hipóteses dos matemáticos sobre os movimentos dos astros — a do epiciclo e a do excêntrico; uma e

---

<sup>141</sup> Do lado esquerdo, esquema básico da hipótese do epiciclo-deferente, onde o planeta P gira ao longo de um epiciclo cujo centro D descreve um deferente centrado na terra. Do lado direito, exemplo do uso de um círculo excêntrico que carrega o planeta P, cujo centro é O, e que é excêntrico a E.

outra concordam por acidente com aquilo que está de acordo com a natureza das coisas, o que era admitido por Hiparco.”<sup>142</sup>



Entre as hipóteses que concordam entre si, por acidente, cabe ao físico decidir qual concorda com a natureza das coisas. O astrônomo não pode tomar tal decisão porque, seu instrumental matemático só lhe permite verificar se as hipóteses salvam ou não as aparências. No caso de duas hipóteses que salvem perfeitamente bem as aparências, o astrônomo não tem como optar por uma das duas, como nos diz Theon de Smyrna:

“Qualquer que seja a hipótese mantida, as aparências serão salvas; é por isso que se pode considerar como vãs as discussões dos matemáticos, alguns dos quais dizem que os planetas só são transportados por círculos excêntricos, enquanto outros pretendem que eles são levados por epiciclos, e outros ainda que eles se movem em torno do mesmo centro que a esfera das estrelas fixas. Nós demonstraremos que os planetas descrevem *por acidente* esses três tipos de círculos: um em torno do centro do Universo, um círculo excêntrico ou um epiciclo.”<sup>143</sup>

<sup>142</sup> THEON DE SMYRNA. *Astronomia*. Cap. 32, Ed. Martin, p. 293. Apud DUHEM, *Salvar...*, p. 9.

<sup>143</sup> Idem *ib.*, p. 10.

É possível, então, visualizar, desde seu início na Grécia, as duas diferentes formas de abordagem da astronomia que se enfrentam no século XVII, caracterizadas como o “método do astrônomo”, identificado com Platão e Eudóxo, e o “método do físico”, identificado com Aristóteles, segundo a divisão clássica de Duhem. Sob o signo dessa divisão, pôde-se ressaltar as determinações heurísticas de cada “método”, tratando-os como protoprogramas de investigação científica.

Assim, a questão “Quais são os movimentos circulares uniformes e ordenados que podem ser tomados como hipóteses para explicar os movimentos aparentes dos planetas”, a astronomia ganhou impulso e começou a constituir-se como ciência matematizada (“método do astrônomo”). Ao obter sucesso na explicação dos movimentos aparentes dos astros, os gregos, a partir de Aristóteles, procuraram identificar as hipóteses matemáticas astronômicas com mecanismos físicos que pretendiam ultrapassar a pretensão de apenas salvar os fenômenos, para se estabelecerem como teorias sobre a real estrutura da natureza (“método físico”). Simplicio, espírito eclético atentou para esse enfrentamento:

“Para salvar essas irregularidades, os astrônomos imaginam que cada astro se move ao mesmo tempo com muitos movimentos; uns supõem movimentos seguindo excêntricos e epiciclos; outros invocam esferas homocêntricas ao Mundo, que são chamadas esferas girantes em sentidos contrários. Mas, não se consideram como reais as paradas e os movimentos retrógrados dos planetas (assim como as adições ou subtrações dos números encontrados nos estudos dos movimentos), embora os astros pareçam se mover desse modo. Da mesma forma, uma exposição que corresponda à verdade não admite as hipóteses como se elas fossem a realidade. Raciocinando sobre a essência dos movimentos celestes, os astrônomos demonstraram que esses movimentos são isentos de toda irregularidade, uniformes, circulares, sempre de mesmo sentido. Mas eles não puderam estabelecer com exatidão em que caso as conseqüências dessas

disposições são somente fictícias e em que caso elas são reais; então eles se contentaram em julgar que é possível, por meio de movimentos circulares, uniformes, sempre no mesmo sentido, salvar os movimentos aparentes dos astros.”<sup>144</sup>

É do atrito e da comunhão desses dois protoprogramas que, daí por diante, trabalharam os astrônomos até o século XVII<sup>145</sup>.

---

<sup>144</sup> SIMPLICIUS. *De Coelo comentaria*, livro 2, comentário 44. Ed. Karstem, p. 219. Apud DUHEM, *Salvar...*, p. 22.

<sup>145</sup> Visão esta que se expressa em muitos trabalhos de história da ciência a partir de *Le système du monde*, de Duhem, que tem como subtítulo *Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, e de Heath, *The ancient Copernicus*, editados pela primeira vez em 1913.

## Capítulo IV – Galileu e a Reconstrução da Revolução Copernicana

Lakatos e Zahar elaboraram reconstruções históricas da revolução copernicana com o intuito de tomá-la como exemplo para suas conclusões metodológicas sobre a ciência. A reconstrução histórica de Lakatos/Zahar compreende os programas aristotélico-ptolomaico e copernicano como originários de um único protoprograma, o ptolomaico-platônico. Para Lakatos/Zahar, portanto, o programa copernicano não é uma novidade, mas um revigoramento de um programa antigo pela introdução de uma nova heurística, que reconhece a Terra como um planeta, lhe transfere movimento e fixa as estrelas<sup>146</sup>. Numa primeira abordagem, anterior a introdução da noção de “fato novo” por Zahar, o programa copernicano, segundo a interpretação de Lakatos, só poderia ter sido corroborado em 1616, por Galileu, quando as observações telescópicas confirmaram os fatos novos anunciados por Copérnico. Conseqüentemente, só teria sido revolucionário a partir de então, não pelas mãos de Copérnico mas pelas de Galileu (tratar-se-ia, portanto, não de um programa copernicano mas copernicano-galileano). Feyerabend<sup>147</sup>, contudo, levantou objeções à compreensão de que o uso do telescópio por Galileu pudesse ser respaldado pelas teorias óticas da época<sup>148</sup>. Assim, as observações galileanas eram, para Feyerabend, frutos da crença irracional (de acordo com os critérios de racionalidade de Lakatos) e fazem parte do que Lakatos denomina história externa da ciência. Se a explicação da revolução recair sobre as observações telescópicas e Feyerabend tiver razão, a mudança científica do aristotelismo para copernicanismo foi irracional.

A introdução da noção de “fato novo”, por Zahar, embora retire das “duvidosas” observações telescópicas o peso da explicação racional da revolução,

---

<sup>146</sup> Para maiores detalhes, veja “Exposição da Revolução Copernicana Segundo a Metodologia dos Programas de Investigação Científica”, p. 94 e seguintes.

<sup>147</sup> Especialmente em *Contra o método*, editado pela primeira vez em 1975.

acarreta outros problemas, uma vez que as proposições citadas por Zahar parecem não garantir excesso de conteúdo empírico ao programa copernicano<sup>149</sup>. Apesar das dificuldades criadas pelas noções de racionalidade e progresso de Lakatos, a metodologia dos programas de investigação científica aponta para a necessidade da discussão metodológica na história da ciência e, ao fazê-lo, pode ser interpretada como um método estrutural que insiste que o historiador não deve perder de vista a noção programa científico, em que o autor estudado se insere: o programa de investigação científica é a unidade mínima de reconstrução histórica da ciência e não há sentido em tratar de teorias isoladamente. Ao mesmo tempo, os ataques feitos a Lakatos, por Kuhn e Feyerabend, apontam para a necessidade de compreender a metodologia dos programas de investigação científica a partir da noção de que cada programa da ciência estabelece seus próprios critérios de racionalidade. No que concerne a revolução copernicana, o *Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo*, de Galileu, é o exemplo de Feyerabend para mostrar a existência de dois programas radicalmente distintos em suas crenças ou “racionalidades”:

“Repito e sintetizo. Oferece-se um argumento que, fundado na observação, refuta Copérnico. O argumento é invertido, a fim de que se ponham claras as interpretações naturais responsáveis pela contradição. As interpretações hostis são substituídas por outras; propaganda e apelo a certos aspectos do senso comum, remotos e de alto nível teórico, são usados para afastar velhos hábitos e consagrar novos. As novas interpretações naturais, também formuladas explicitamente, na condição de hipóteses auxiliares, são estabelecidas, em parte, por emprestarem apoio a Copérnico e, em parte, devido a considerações acerca de plausibilidade e em virtude de hipóteses *ad hoc*. Dessa forma, surge uma ‘experiência’ inteiramente nova.” (FEYERABEND, 1989: 153)

---

<sup>148</sup> Vide, neste Capítulo, “O Método Argumentativo e a Busca da Verdade na Primeira Jornada”, p. 173

<sup>149</sup> As proposições citadas por Zahar e comentadas segundo o ataque feito por THOMASON (1992) encontram-se numeradas de “a” a “f” a partir da página 98.

Feyerabend lê o *Diálogo* como exemplo de que as mudanças na ciência não podem ser reconstruídas como história interna e, portanto, racional (segundo os critérios de Lakatos). Mas em que medida deve ser compreendido o caráter “externalista”, propagandista, da obra de Galileu? Koyré, nos *Estudos galilaicos* (1986)<sup>150</sup>, afirma que, de fato, o *Diálogo* “...não é um livro de astronomia nem sequer de física. É antes de tudo um livro de crítica; um escrito polêmico e de combate; e é, enfim, um livro de história: ‘a história do espírito de Galileu’.” (KOYRÉ, 1986: 263-264) O caráter polêmico e combativo determina a estrutura literária da obra em forma de diálogo: “é contra a ciência e a filosofia tradicionais que Galileu asseta sua máquina de guerra”. Mas embora direcione o ataque ao filósofo aristotélico, o *Diálogo* não é escrito para ele, mas para o homem comum e letrado de seu tempo. Como qualquer obra literária, o *Diálogo* tem um público leitor e este não é o das academias e universidades, mas o das cortes, os mercadores-banqueiros das cidades da Itália, motivo pelo qual Galileu escreve em italiano<sup>151</sup>.

“Eu a escrevi no idioma vulgar porque preciso que qualquer pessoa possa lê-la e, por este mesmo motivo, escrevi no mesmo idioma este meu último tratado [ *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*]; e a razão que me move é ver que, mandando-se indiferentemente aos Estudos dos jovens para que se façam médicos, filósofos, etc., assim como muitos se dedicam a tais profissões mesmo sendo muito ineptos, também outros, que estariam aptos, restam ocupados ou com os cuidados familiares

---

<sup>150</sup> As citações fazem referência a tradução em língua portuguesa KOYRÉ, A. *Estudos galilaicos*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.

<sup>151</sup> O fato de ser escrito em língua vulgar, visto por Feyerabend como aspecto “propagandístico” da obra de Galileu, é uma preocupação de outros reformadores do conhecimento humano do período, como Bacon e Descartes. A própria forma de diálogo escolhida para o texto tem a função de não cansar e nem sobrecarregar o leitor, expondo os argumentos como se se tratassem de uma conversa de salão, com suas digressões e retornos aos temas recorrentes e também o uso das variadas armas do polemista: “a discussão serena que procura a prova e tenta demonstrar; o discurso eloqüente que pretende persuadir; por fim, esta última — a mais potente das armas do polemista: a crítica incisiva, cáustica e mordaz, a mofa que, troçando do adversário, o torna ridículo, e que, por isso mesmo, mina e arruína o que ainda lhe restar de autoridade.” (KOYRÉ, 1986: 265)

ou com outras preocupações estranhas à literatura [...]; e eu quero que estes vejam que a natureza, assim como lhes deu olhos para que vejam suas obras [...], deu-lhes o cérebro para entendê-las e interpretá-las” (GALILEU, Carta a Paolo Gualdo, 16 de junho de 1612)<sup>152</sup>

Há também um caráter pedagógico no texto, pois o *Diálogo* não busca apenas persuadir como faz um objeto de propaganda, mas levar o leitor ao autoconvencimento na medida em que ensina os caminhos da demonstração e da prova pertencentes a nova ciência. Para tornar viável o autoconvencimento, é preciso libertar o leitor dos hábitos mentais tradicionais e ensinar-lhe novos hábitos. No *Diálogo*, estão sendo ensinados os objetivos, métodos e “razões” da nova ciência: o leitor é ensinado a pensar<sup>153</sup>. Na medida em que redefine as noções de racionalidade científica, o *Diálogo* é uma obra de filosofia: “*não são só, com efeito, a física e a cosmologia tradicionais que Galileu ataca e combate, é toda a filosofia e toda a Weltanschauung dos seus adversários*” (KOYRÉ, 1986: 265). O *Diálogo* também é uma obra de história, na medida em que narra a trajetória do pensamento de Galileu em seu enfrentamento com os aristotélicos de seu tempo: donde decorre a presença de argumentos já trabalhados nas obras anteriores com maior rigor que no *Diálogo*. Daí o emprego de uma terminologia tradicional da ciência aristotélica que, aos poucos, vai ganhando novo significado, daí o caráter pouco “rigoroso” (i.e., pouco acadêmico e nada escolástico) do texto: o *Diálogo* deve refazer o percurso do pensamento.

Há, no *Diálogo*, uma característica de propaganda, mas não, como quer Feyerabend, com o intuito de divulgar a nova ciência. O *Diálogo* torna manifesta uma atitude que, para Galileu, cabe primeiramente ao cientista: a de libertar a razão das áreas restritas aos especialistas, de colocá-la ao alcance de todos os homens<sup>154</sup>. A

---

<sup>152</sup> Apud: GEYMONAT, L. *Galileu Galilei*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira: 1997. p. 94, nota 9.

<sup>153</sup> É do caráter pedagógico da obra que decorrem “...as insuportáveis extensões para o leitor do nosso tempo — leitor que se beneficiou dos resultados da revolução galilaica...” (KOYRÉ, 1986: 265)

<sup>154</sup> Nesse espírito, semelhante ao que viria estar presente no Iluminismo, Frederico Cesi, escreveu a Galileu em 11 de maio de 1613: “*temos necessidade de capitães e também de*

atitude de Galileu torna-se mais patente por ter sido ele mesmo a tratar do caráter rigoroso da linguagem científica. Seria, portanto, uma contradição compreender Galileu ora trabalhando com o rigor da linguagem geométrica da ciência, ora rebaixando-a para divulgá-la. O *Diálogo* não trata de divulgar a ciência, mas de difundí-la:

“Aquilo a que Galileu se propõe não é, de fato, *divulgar a ciência*, ou seja, abaixar seu nível poluindo-lhe o rigor racional, mas *difundí-la* reduzindo suas razões a uma ‘clareza inteligível para muitos, lá onde forem por demais difíceis’. Clareza não significa, para ele, falta de precisão e de coerência; significa, ao contrário, exatidão de idéias, determinação de relações e, exatamente por isso, íntima perspicuidade.” (GEYMONAT, 1997: 93)

É possível perceber o caráter de difusão do *Diálogo* pela caracterização dos personagens interlocutores: Salviati, o porta-voz da nova ciência, do programa copernicano-galileano e da razão matemática se contrapõe a Simplicio, o próprio senso comum encarnado, que raciocina segundo os termos do programa aristotélico-ptolomaico e crê na autoridade de Aristóteles e da ciência oficial. Como mediador, Sagredo, espírito liberto dos preconceitos da filosofia aristotélica e da visão de senso comum sobre a natureza<sup>155</sup>. O movimento do *Diálogo*, que se dá em torno dos três personagens, é, em geral, determinado por Simplicio, que apresenta argumentos antigos e novos do geocentrismo, contra Copérnico. No entanto, quando se apresenta argumentos físicos, é a Salviati que compete a tarefa, pois estes devem ser discutidos e refutados com base nas pesquisas mecânicas de Galileu.

---

*soldados em nossa filosófica milícia, se bem que muito menos dos primeiros, pois os temos ótimos, e poucos bastam para guiar um grande exército”* apud GEYMONAT, 1997: 93, nota 8.

<sup>155</sup> Como descreve Koyré, os interlocutores não são simples máscaras de um único discurso. Galileu os constrói com personalidades definidas, os trata como seres vivos, figuras históricas de sua época: “*Tais interlocutores não são, aliás, simples máscaras, testas-de-ferro do autor. Não só Salviati e Sagredo — figuras históricas — mas até mesmo Simplicio têm uma personalidade muito marcada; são seres vivos, tão vivos como as personagens dos diálogos de Platão.*” (KOYRÉ, 1986: 269, nota 468)

O *Diálogo*, por ter sido utilizado como obra de referência por Feyerabend na sua argumentação sobre a metodologia dos programas de investigação científica, por tratar do embate tal qual Lakatos compreende ter ocorrido entre aristotélicos e copernicanos e, principalmente, por fazê-lo em pleno século XVII, tendo como autor Galileu, é referência para a compreensão da mudança científica intitulada “revolução copernicana”. Por meio da primeira jornada do *Diálogo*, é possível saber como Galileu compreende o processo histórico que está vivendo e, ao lê-lo hoje, pode-se escrever uma reconstrução histórica dessa compreensão de Galileu. Um trabalho desse gênero apenas pode ser esboçado nesta dissertação, com o intuito de compreender o aristotelismo e o copernicanismo como estruturas — programas de pesquisa científica — cada qual com sua noção interna de racionalidade e, ainda assim, entendendo-se parte de um confronto sobre um objeto comum de estudo da ciência. No *Diálogo*, Galileu documenta a revolução copernicana tratando-a como: (a) um embate entre duas visões de mundo, onde é possível identificar, pelo viés da metodologia dos programas de investigação historiográfica, duas estruturas de razão diferenciadas quanto a teoria do conhecimento sobre a natureza, os objetivos da ciência, os procedimentos heurísticos e o modo de repor o problema astronômico da compreensão do movimento dos astros no céu<sup>156</sup>; (b) que o *Diálogo* não pode ser compreendido somente como uma obra de propaganda; (c) que as observações telescópicas, refutação pela experiência da posição aristotélica devem ser compreendidas não sob a perspectiva do método experimental da ciência contemporânea, mas sob a perspectiva de que a experiência serve para identificar a causa do efeito estudado por meio da eliminação de todas as outras possíveis causas.

### *1 Em Busca de Diálogo*

Embora Galileu Galilei tenha se convertido ao copernicanismo em fins do século XVI<sup>157</sup>, a década de 1620 abriu uma nova perspectiva para que tentasse

---

<sup>156</sup> Sobre o problema da astronomia quanto a compreensão do movimento dos astros, vide “A Constituição do ‘Método do Astrônomo’”, p. 114.

<sup>157</sup> WALLACE. *Galileo and his sources; the heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science*. Princeton: Princeton University Press, 1984.

defende-lo publicamente enquanto um “sistema de mundo”, ou seja, um programa de pesquisa científica, carregado de princípios cosmológicos, teorias e hipóteses físicas que, em última instância, visavam uma correspondência com a realidade. Do elenco de fatos históricos decisivos freqüentemente expostos para defender essa posição constam dois que destacamos: a eleição do novo Papa, Urbano VIII, em 1623 — o cardeal Maffeo Barberini, amigo de Galileu — e o arquivamento das acusações contra *Il saggliatore*. Wallace localiza em 1624, na viagem feita por Galileu a Roma, para o primeiro encontro com Barberini na condição de Papa o início das conversações que culminaram, mais tarde, com a concessão do *imprimatur* ao *Diálogo*, então denominado *De fluxu et refluxo maris*. No ano seguinte ao encontro, 1625, Galileu recebeu uma carta de Mario Guiducci informando-lhe que *Il saggliatore*, denunciado ao Santo Ofício, fora confiado a Giovanni di Guevara para a revisão, tendo esse relatado “*nada ter encontrado para que o livro pudesse ser condenado*”<sup>158</sup> e que, em vista disso, o assunto seria arquivado.

O arquivamento do processo do *Il saggliatore* e os encontros com o Papa, foram interpretados por Galileu como o “caminho livre” para continuar escrevendo o *Diálogo* com vistas à publicação<sup>159</sup>, trabalho que Galileu não terminou até 1630, ano em que novamente viajou a Roma, dessa vez para obter a permissão necessária para imprimir o texto sob os auspícios da *Accademia dei Lincei*<sup>160</sup>. No ano seguinte, Nicolò

---

<sup>158</sup> A carta encontra-se publicada em: FINOCCHIARO, M.A. *The affair Galileo*. Berkeley: University of California Press, 1989. p. 204-206.

<sup>159</sup> Equivocado ou não, naquele momento, em 1624, Galileu depositou confiança em Urbano VIII e na parte mais esclarecida do alto clero, o que foi fundamental para que retomasse o *Diálogo* com o objetivo de concluí-lo para publicação posterior. Vide GEYMONAT, Ludovico. *Galileo Galilei*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 1969. cap. VII.

<sup>160</sup> A Academia foi fundada por Frederico Cesi em 1603, com o objetivo de reunir figuras destacadas do mundo intelectual da época. Em abril de 1611, ao viajar para Roma, Galileu torna-se membro da Academia passando a assinar “Galileo Galilei Linceo”. A Academia parece ter exercido papel importante na luta pela divulgação das obras de Galileu e ter participado das polêmicas que aconteceram em Roma sobre a obra do filósofo florentino, ao menos enquanto seu fundador e mantenedor, Cesi, estava vivo. É o caso, por exemplo da publicação do *Saggiatore*, escrito sob a forma de carta endereçada a Virginio Cesarini, acadêmico “linceo”, que dedica a obra de Galileu, “*descobridor não de novas terras, mas de partes nunca vistas no céu...*” ao então novo pontífice, Urbano VIII. Quando da publicação do *Diálogo*, Galileu faz constar no frontispício sua nova assinatura, como “linceo”, mesmo tendo Cesi vindo a falecer antes da publicação da obra, deixando a Academia sem capacidade de financiá-la.

Riccardi<sup>161</sup>, secretário do Vaticano e teólogo do Papa mostrou-se favorável à impressão do novo trabalho, chegando a escrever ao Inquisidor de Florença, local onde se havia decidido publicar o *Diálogo*, deixando claro ao Padre Inquisidor Geral, Clemente Egidi<sup>162</sup>, que era favorável à publicação:

“O Secretário do Vaticano ao Inquisidor Florentino  
(24 de maio de 1631)

Mui Reverendíssimo e Honorável Padre Inquisidor:

O Sr. Galilei pensa em publicar aí uma obra, formalmente intitulada *Sobre o fluxo e refluxo do mar*, em que discute como provável o sistema copernicano e o movimento da Terra... Ele veio a Roma para mostrar-nos a obra, que eu endossei, na compreensão de que certos ajustes seriam feitos e a nós retornados com o intuito de receber a aprovação final para a impressão...” (Nicolò Riccardi)<sup>163</sup>

Entre os “ajustes” sugeridos pela carta de Nicolò Riccardi encontra-se o “pedido” para a alteração do título, mudado para *Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo*. No prosseguimento da carta de Riccardi encontra-se uma passagem esclarecedora sobre a mudança do título e implicações que deveria ocasionar aos propósitos do texto:

“...Entretanto, gostaria de lembrar-vos que Nosso Senhor [o Papa] pensa que o título e o assunto não deveriam estar centrados no fluxo e refluxo, mas no exame matemático da posição copernicana sobre o movimento da Terra, com o

---

<sup>161</sup> No mês de março de 1630, Benedetto Castelli, em carta a Galileu, comenta a benevolência do padre dominicano Nicolò Riccardi e um pronunciamento de Urbano VIII a Campanella, a respeito da condenação do copernicanismo, em que o Pontífice teria declarado “*nunca foi nossa intenção e, se tivesse cabido a nós, aquele decreto não teria sido feito*” (GEYMONAT, 1969: 137).

<sup>162</sup> Inquisidor Geral de Florença entre 1626 e 1635.

<sup>163</sup> Carta de Nicolò Riccardi ao Inquisidor Florentino, 24 de maio de 1631. In: FINOCCHIARO, M. *The Galileo affair: a documentary history*. Berkely: University of California Press, 1989. p. 112

objetivo de provar que, se nós retirarmos a revelação divina e a sagrada doutrina, as aparências podem ser salvas com essa suposição...” (Nicolò Riccardi)<sup>164</sup>

Mas, se por um lado, Galileu aceitou alterar o nome do *Diálogo* — e deixou para tratar do fluxo e refluxo do mar, i.e., da influência da Lua e do movimento da Terra nas marés, somente na quarta e última jornada<sup>165</sup> — por outro lado, negou-se a tratar o copernicanismo como um mero conjunto de hipóteses matemáticas, como já esclarece na dedicatória e no prefácio, respectivamente, ao Duque de Toscana Fernando II de Médice e ao leitor. O filósofo, argumenta Galileu, distingue-se do vulgo em maior ou menor grau conforme seu alimento, a filosofia, seja consumido em maior ou menor grau. O objeto próprio da filosofia é “o grande livro da natureza”, obra do Artífice onipotente. E sendo a natureza obra dele, é na natureza onde melhor podemos apreciar seu trabalho. Dentre os assuntos dispostos no grande livro da natureza, continua Galileu, encontra-se, em primeiro lugar, a constituição do mundo, pois esse assunto supera todas as outras coisas em magnitude e em anterioridade, posto que é norma e suporte de tudo. Na seqüência da argumentação, Galileu afirma que Ptolomeu e Copérnico estão entre os maiores filósofos por terem trabalhado profundamente sobre a constituição do mundo e o *Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo*, que trabalha exatamente sobre a obra desses dois autores, Ptolomeu e Copérnico, por isso mesmo trata também da constituição do mundo. Ao fazê-lo, busca compreender o trabalho do Artífice tal qual foi disposto no livro da natureza; essa busca por compreensão, finaliza Galileu, nada mais é do que a busca pela verdade, sem apelo à revelação divina, e não uma forma de salvar os fenômenos:

---

<sup>164</sup> Id. ib. Observa-se, na parte final da transcrição a tácita afirmação que o conhecimento da natureza desvinculado da “revelação divina” apenas pode salvar as aparências, os fenômenos, mas não pode dizer nada de verdadeiro sobre eles (vide Apêndice, p. 112).

<sup>165</sup> A Quarta Jornada do *Diálogo* é dedicada a teoria das marés, que assume o movimento da Terra como sua causa. A despeito das possíveis falhas explicativas da teoria, ela se insere no contexto do programa copernicano: identificado um problema (qual é a causa do movimento das marés), Galileu propõe uma solução que é parte de novo entendimento da estrutura do mundo baseado no modelo copernicano (PITT, J.C. Galileo and rationality: the case of the tides. in *Rational changes in science; Essays on scientific reasoning*. Boston Studies in The

“Aceita-a, pois, Vossa Alteza, com vossa propalada beneguidade, e se nela encontra-se alguma coisa da qual os amantes da verdade podem retirar algum fruto para melhor conhecimento e proveito, reconheça-a como própria de vós mesmo...” (GALILEI, 1935: 28)<sup>166</sup>

Cabe ressaltar que, no contexto aristotélico em que a carta de Riccardi foi escrita, exigir que o tratamento dado ao copernicanismo no *Diálogo* fosse o de um “conjunto de hipóteses matemáticas”, era exigir o oposto da pretensão de Galileu.

### *1.1 Antecedentes da Diferença da Noção de Razão nos Programas Aristotélico e Copernicano*

Como pode-se notar na dedicatória e no prefácio do *Diálogo*, Riccardi, referindo-se ao copernicanismo como um conjunto de “hipóteses matemáticas”, estava trabalhando com a divisão aristotélica das ciências segundo a qual, como diz Tomás de Aquino, há três ordens de ciências com respeito as coisas naturais, a saber, as físicas, as matemáticas e as intermediárias (como a perspectiva, a harmonia e a astronomia)<sup>167</sup>:

---

Philosophy of Science, v. 98. Dordrecht/Boston: D. Reidel Publishing Company, 1987. p.135.)

<sup>166</sup> Para as citações da primeira jornada, neste capítulo, utiliza-se a edição italiana cotejada com a tradução de Stillman Drake: GALILEI. *Diálogo sopra i due massimi sistemi del mondo; Tolomaico e Copernicano*. Collezione Salani. Edizione Fiorentina, 1935. Reimpressão do texto estabelecido por FAVARO. *Opere*. Edizione Nazionale, 1890-1909; GALILEI. *Dialogue Concerning the two world systems*. Translated by Stillman Drake. Berkeley: University of California Press, 1967. A referência remete a edição italiana, paginação da Edizione Nazionale.

<sup>167</sup> O caráter intermediário das *scientiae mediae* pode ser melhor compreendido a partir da seguinte coleção de passagens de Tomás de Aquino, apontadas por NASCIMENTO (1995):

“Algumas ciências são intermediárias, isto é, as que aplicam os princípios matemáticos à matéria sensível. (In *I Post anal.*, lect. 41, n° 3) - E de acordo com o mesmo modo de falar, a astronomia e a perspectiva são espécies da matemática, na medida em que os princípios matemáticos são aplicados à matéria natural. (*Summa theologiae*, Ia - IIac, q. 35, a 8) - Com efeito, a astronomia considera o movimento, pois a astronomia é uma ciência intermediária entre a matemática e a ciência da natureza. Com efeito, a astronomia e as outras ciências intermediárias aplicam seus princípios às coisas naturais.” (In *I Metaphysicorum*, lect. 13, n° 202) Apud NASCIMENTO, Carlos A R. O Estatuto Epistemológico das ‘Ciências

“...encontra-se três ordens de ciências acerca das coisas naturais e matemáticas. *De fato, algumas*, que consideram as propriedades das coisas naturais, enquanto tais, são puramente naturais, como a física, a agricultura e similares. *Algumas*, que determinam acerca das quantidades de modo abstrato, como a geometria acerca da magnitude e a aritmética acerca do número, são puramente matemáticas. *Algumas, porém*, que aplicam os princípios matemáticos às coisas naturais, são intermediárias, como a música, a astronomia e similares.” (AQUINO, *In Boethii De Trinitate*, q. 5, a 3)<sup>168</sup>

Cada uma dessas ciências é compreendida segundo uma hierarquia na ordem do conhecimento. Em Tomás de Aquino, o problema do grau de certeza das ciências intermediárias é sistematicamente estudado para determinar quais ciências obtêm conhecimento mais certo e como as ciências intermediárias posicionam-se com relação à certeza frente às outras ciências. Para os aristotélicos dos séculos XVI e XVII que entraram em conflito com Galileu, não havia espaço para dúvida: a matematização da física implica em reduzir o grau de certeza sobre a compreensão da natureza a uma postura instrumentalista. Parte da luta a ser enfrentada por Galileu no *Diálogo* é mostrar que a física matematizada trata da real estrutura do mundo. Esta diferença entre como os aristotélicos entendiam o copernicanismo, sob a perspectiva instrumentalista, e sobre como Galileu fixa uma interpretação realista, exemplifica que o confronto entre os dois programas de pesquisa científica é, também, um confronto sobre o objetivo, o método e o alcance das teorias científicas. Cada um dos programas obedece critérios diferenciados de racionalidade e heurística. Embora distintos, inclusive quanto a noção de racionalidade, os programas dialogam entre si, na medida em que discutem problemas epistemológicos consensualmente aceitos como de

---

Intermediárias? Segundo São Tomás de Aquino. In: *De Tomás de Aquino a Galileu*. Col. Trajetórias 2. Campinas: IFCH - Unicamp, 1995. (p. 21)

<sup>168</sup> AQUINO, Tomás. *In Boethii De trinitate*. Trad. Carlos Arthur R. Nascimento. Texto didático, não publicado. (q. 5, a 3, ad 8<sup>m</sup>).

relevância para o estabelecimento de um método de pesquisa científica, i.e., o alcance do conhecimento humano sobre a natureza.

Retrospectivamente, é possível encontrar o problema do grau de certeza da astronomia em Tomás de Aquino, que expõe os dois modos distintos de considerar as ciências intermediárias que, nos séculos XVI e XVII, iriam contrapor aristotélicos e copernicanos. É a sistematização feita por Tomás de Aquino que, retomada pelos professores do Colégio Romano<sup>169</sup>, nos séculos XVI-XVII, permite o embate entre aristotélicos e copernicanos, no que concerne a geometrização da física.

Lorenzo Valla<sup>170</sup> influenciou, via Ludovicus Carbone de Costacciora<sup>171</sup> — autor de um curso de lógica<sup>172</sup> utilizado no Colégio Romano no biênio 1559-1560 —, Galileu com seus trabalhos sobre lógica de inspiração tomista, nos quais trata das ciências intermediárias<sup>173</sup>. Os resultados dos trabalhos de Valla-Carbone sobre o grau

---

<sup>169</sup> O Colégio Romano foi fundado em 1551 pelo criador da Companhia de Jesus, Inácio de Loyola, e já em 1580 era uma das mais prestigiadas instituições de ensino na Europa. Os primeiros professores do Colégio foram, em sua maioria, influenciados por pensadores espanhóis, como Francesco Toledo, que estudou na Universidade de Salamanca, sob os auspícios de Domingo de Soto. Toledo deu aulas no Colégio até 1560 e escreveu um manual de filosofia publicado pela primeira vez em 1570 e reimpresso inúmeras vezes depois. O texto de Toledo, fundamentalmente tomista, embora revele influência do nominalismo, é uma tentativa de síntese do pensamento aristotélico. Vide WALLACE, Galileo and the professors of the Colegio Romano at the end of the Sixteenth Century. in: *Galileo Galilei: toward a resolution of 350 years of debate*. Pittsburgh: Duquesne University Press, 1983. p. 52.

<sup>170</sup> O Jesuíta Paolo Valla, ou Paulus Vallius, tinha a idade de 24 anos quando começou a lecionar metafísica no Colégio Romano em 1585. Suas obras e lições tratam de Aristóteles sempre tendo como parâmetro os comentários de Tomás de Aquino (WALLACE, 1984: 16-23). Valla leciona metafísica em 1585-87, lógica em 1587-1588, filosofia natural, em 1588-89 e, por fim, novamente em 1589-90. Morreu em 1622, ano da publicação de suas obras de lógica.

<sup>171</sup> Carbone escreveu uma extensa obra, especialmente sobre teologia e retórica. Embora não fosse jesuíta, estudou no Colégio Germânico, anexo ao Colégio Romano, provavelmente tendo acesso ao material ali exposto e comentado, como as anotações das aulas de Valla.

<sup>172</sup> Trata-se da *Additamenta ad commentaria doctoris Francisci Toleti in logicam Aristotelis, Praehudia in libros Priores Analyticos; Tractatio de Syllogismo; de Instrumentis sciendi; et de Praecognitionibus, atque Praecognitis*. Impresso em Veneza em 1597. *Additamenta* é baseado em um curso de lógica ministrado no Colégio Romano por Valla no ano acadêmico de 1587-88. Para Wallace, o manuscrito de Galileu MS 27 é baseado na obra de Carbone. Se de fato Wallace estiver certo, por intermédio de Valla-Carbone, estaria estabelecida a importância do pensamento de Tomás na formação de Galileu.

<sup>173</sup> Segundo Wallace, os fragmentos MSS 27, 46 e 71, permitem estabelecer que Galileu sofreu influência de Valla, por intermédio da obra de Carbone. Teriam sido os trabalhos de

de certeza das ciência intermediárias estão expostos no tratado de Valla publicado no ano de sua morte, 1622, *De praecognitionibus*, dividido em dois volumes. No segundo volume, na parte intitulada *De scientia*, Valla escreve, pela ordem: 12 questões sobre os hábitos em geral, 7 questões sobre a essência ou a quiddidade da ciência, 5 questões sobre as propriedades da ciência, 9 questões sobre a divisão das ciências e suas subalternâncias e 7 questões sobre a comparação da ciência com outros hábitos intelectuais (WALLACE, 1984: 20-22). Há também que se destacar Christopher Clavius, matemático no Colégio de 1564-5 até 1594-5, que ajudou Galileu a obter seu primeiro emprego como professor na Universidade de Pisa e que, em 1611, acolheu-o em sua visita ao Colégio Romano<sup>174</sup>. Com a morte de Clavius em 1612, Galileu perdeu seu principal aliado junto aos jesuítas que, sob influência do padre Christopher Scheiner e de Orazio Grassi, passaram a tratá-lo como inimigo até sua morte em 1642<sup>175</sup>.

Scheiner e Grassi representam o que acabou por se consolidar, no século XVII, como a posição oficial da Igreja sobre o copernicanismo, i.e., o afastamento da postura crítica de Tomás de Aquino e a defesa intransigente do caráter instrumentalista da astronomia como condição *sine qua non* para a manutenção do programa aristotélico. É a intransigência que de modo sutil apresenta-se na carta de Nicolò Riccardi<sup>176</sup>, quando este faz alusão ao tratamento necessário da astronomia como aquela que apenas possibilita salvar os fenômenos mas não compreender a real estrutura do mundo. É a intransigência que caracteriza a educação jesuítica sobre a

---

Valla que permitiram que Galileu lesse os *Segundos analíticos* e estudasse filosofia natural enquanto lecionava em Pisa entre 1589 e 1591. Os três manuscritos foram datados desse período.

<sup>174</sup> O primeiro contato de Clavius com Galileu parece ter acontecido em 1587, durante uma visita do filósofo à Roma. No ano seguinte, o tratado *Theoremata circa centrum gravitatis solidorum*, de Galileu, circulou pelas mãos de proeminentes matemáticos romanos. Segundo Wallace (1983), Galileu entregou uma cópia desse tratado a Clavius em 1587, que parece ter ficado muito impressionado com o trabalho, o que o levou a trabalhar junto com Guidobaldo del Monte para assegurar a aprovação de Galileu como professor de matemática na Universidade de Pisa.

<sup>175</sup> DRAKE, S. *Galileo at work: His scientific biography*. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

<sup>176</sup> Vide carta *supra cit.* E nota 164.

matemática no Colégio Romano<sup>177</sup> no século XVII. Mesmo Clavius, que ocupa a cadeira de matemática durante 40 anos, expressa preocupação quanto a discussão no Colégio sobre assuntos como o grau de certeza das ciências intermediárias. Clavius, em 1580, preocupado com o tratamento dado à matemática nas escolas e universidades da Companhia de Jesus<sup>178</sup>, escreve uma carta alertando professores e alunos sobre filósofos que deram uma interpretação imprópria a passagens de Aristóteles e outras autoridades:

“Iria contribuir muito para isso se os professores de filosofia se abstivessem dessas questões que não ajudam a entender as coisas naturais e muitíssimo deprecia a autoridade das disciplinas matemáticas aos olhos dos estudantes...”<sup>179</sup>

Clavius não expressa o posicionamento crítico que se pode observar em Tomás, quando este alerta para a existência de, pelo menos, dois tipos de classificação quanto ao grau de certeza das ciências intermediárias. Os jesuítas opositores de Galileu compreendiam apenas um modo: o grau de certeza das ciências naturais é superior ao grau de certeza das matemáticas, segundo sua razões. Sobre o grau de certeza das ciências, Tomás trata na *Expositio* acerca do primeiro livro dos *Segundos analíticos*<sup>180</sup>:

“Depois que o Filósofo comparou as demonstrações entre si, trata aqui da comparação da ciência, que é efeito da demonstração. Isto está dividido em duas partes. Na primeira compara uma ciência com a outra; na segunda compara a ciência

---

<sup>177</sup> Vide WALLACE, W. Galileo Galilei and the *Doctores Pariseienses*. in BUTTS; PITT (eds.). *New perspectives on Galileo*. Dordrecht: D. Reidel. p. 87-138.

<sup>178</sup> Vide CROMBIE, A. C. Mathematics and platonism in the Sixteenth-Century Italian Universities and in Jesuit Educational Policy. in: HARTNER; MAEYAMA; SALTZER (eds.). *Prismata: Naturwissenschaftsgeschichtliche Studien*. Wiesbaden: Verlag, 1977. p. 63-94.

<sup>179</sup> Traduzido, a partir do inglês, do texto de Clavius “*Modus quo disciplinae mathematicae in scholis Societatis possent promoveri*” in: WALLACE, 1984: 137.

<sup>180</sup> Em Aristóteles, vide 71<sup>a</sup>1-71<sup>b</sup>9 (Posterior analytics. Trad. J. Barns. in *The complete works*. Princeton: University Press, 1995. v. 1.).

aos outros modos de conhecer. Acerca do primeiro faz duas considerações: primeiro, compara uma ciência com outra de acordo com a certeza; em segundo lugar, de acordo com a unidade e a pluralidade. *Acerca do primeiro, sustenta que há três modos pelos quais uma ciência é mais certa que outra.*

*Sustenta o primeiro modo*, dizendo que aquela ciência, que sendo a mesma, faz conhecer tanto *que* como *porque*, é anterior e mais certa que outra.

*Sustenta o segundo modo*, dizendo que aquela ciência, que não se ocupa com o sujeito (substrato), é mais certa do que aquela que se ocupa com o sujeito (substrato).

*Sustenta o terceiro modo*, dizendo que a ciência que procede de menos é anterior e mais certa do que aquela que procede de uma aposição, isto é, do que aquela que se apresenta por adição.

De acordo com isto, é patente que a comparação da certeza das ciências é considerada aqui na medida de dois aspectos. Pois, *o primeiro modo* é considerado na medida em que a causa é anterior ao seu efeito e mais certa que ele. *Os outros dois modos*, porém, são considerados na medida em que a forma é mais certa que a matéria, uma vez que a forma é o princípio de conhecimento da matéria." (*In I Post. anal.*, 41 n<sup>os</sup> 1 – 5)<sup>181</sup>

Segundo essa passagem, uma ciência pode ser mais certa que outra segundo três modos:

---

<sup>181</sup> *Apud* NASCIMENTO, p. 79 - 80. Observação: para as citações de Tomás de Aquino, são utilizadas as traduções de Carlos Arthur Ribeiro do Nascimento, salvo expresse em contrário; os excertos citados de *In I Post anal.*, da *Summa theologiae* e de *Metaphysicorum* encontram-se publicados em NASCIMENTO, Carlos A R. *O Estatuto Epistemológico das 'Ciências Intermediárias' Segundo São Tomás de Aquino*. In: De Tomás de Aquino a Galileu. *Col. Trajetórias 2*. Campinas: IFCH - Unicamp, 1995. Já a tradução de questões de *In Boethii De trinitate*, permanece inédita, disponível apenas como texto didático examinado nos cursos oferecidos por Nascimento.

<sup>181</sup> DUHEM, Pierre. *Salvar os fenômenos: ensaio sobre a noção de teoria física de Platão a Galileu*. Trad. R.A Martins. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Campinas, Ed. do CLE, Suplemento 3, 1984.

1º Modo: Uma ciência do *porquê* — tomada separada de uma ciência do *que* — é mais certa; Assim, por exemplo, o médico sabe *que* as feridas circulares demoram mais para sarar. Mas, somente o geômatra sabe o *porquê* disso acontecer, pois o geômatra considera a noção de círculo, “*de acordo com a qual suas partes não se aproximam a modo de ângulo, provindo desta aproximação que as feridas triangulares se curam mais rapidamente.*” (*In I Post. anal.*, lect. 41, nº 2)<sup>182</sup>

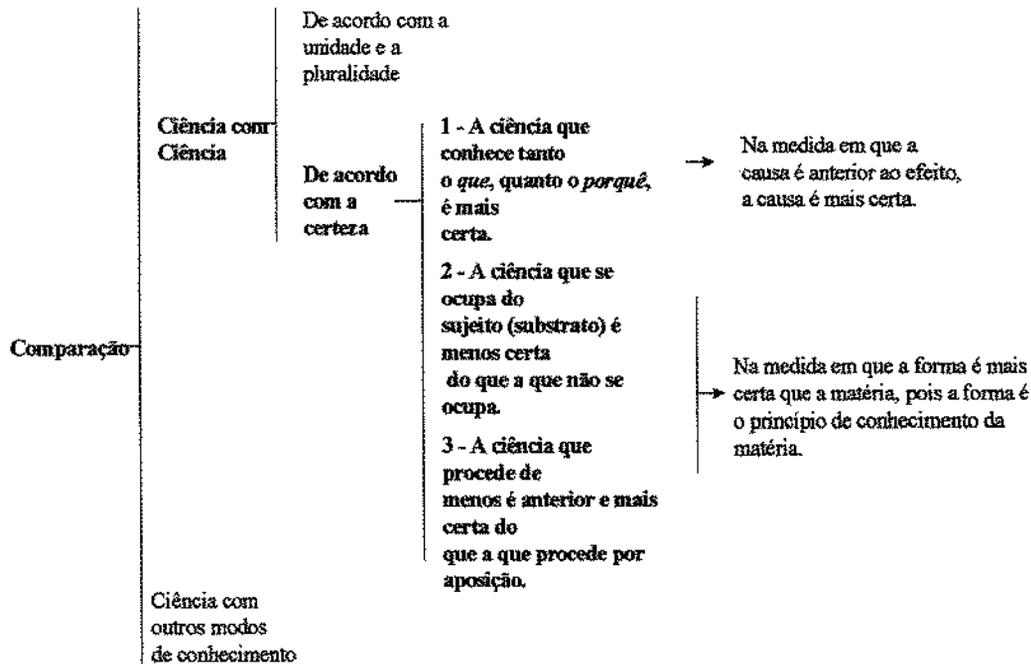
2º Modo: A ciência que não se ocupa do sujeito, i. e., da matéria sensível, é mais certa do que aquela que se ocupa. É o caso, por exemplo, da matemática pura em relação às ciências intermediárias. Isso ocorre porque as ciências intermediárias aplicam a matemática à matéria sensível. Estando a matéria sensível sujeita a movimento, ela é mutável, donde provém a incerteza das ciências que a tem como objeto (*In I Post. anal.*, lect 41, nº 3).

3º Modo: A ciência que procede *de menos* é anterior e mais certa, como é o caso da aritmética em relação à geometria. A aritmética é anterior e mais certa que a geometria, porque o assunto da geometria parte do assunto de que trata a aritmética e lhe acresce algo (*In I Post. anal.*, lect. 41, nº 4).

---

<sup>182</sup> Apud NASCIMENTO, opus cit.

Diagrama 1

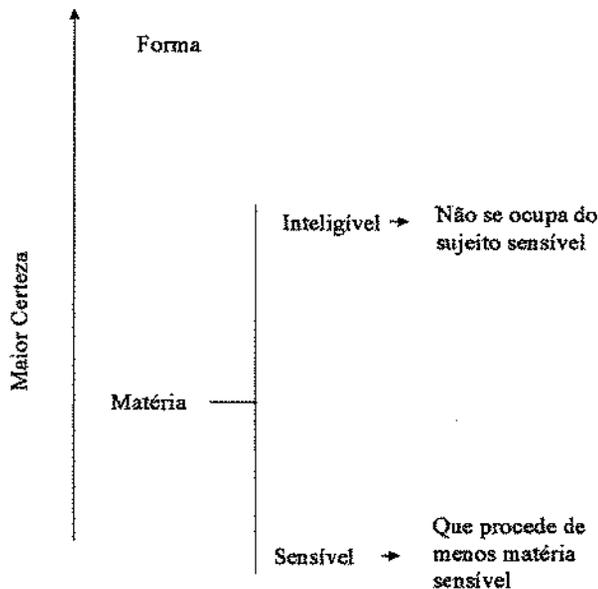


Como indicado no diagrama 1, o primeiro desses modos justifica-se porque a causa é anterior e mais certa que o efeito. O segundo e o terceiro modos justificam-se porque a forma é mais certa e é princípio de conhecimento da matéria, ressalvando que há dois tipos de matéria, a sensível e a inteligível (o contínuo). O segundo modo diz respeito à matéria sensível e o terceiro à matéria inteligível (*In I Post anal.*, lect. 41, nº 5):

“De acordo com isto, é patente que a comparação da certeza das ciências é considerada aqui na medida de dois aspectos. Pois, o primeiro modo é considerado na medida em que a causa é anterior ao seu efeito e mais certa que ele. Os outros dois modos, porém, são considerados na medida em que a forma é mais certa que a matéria. Ora, há uma dupla matéria, como se diz no livro VII da *Metafísica*. Uma sensível, de acordo com a qual é considerado o segundo modo e outra inteligível, quer dizer, a

própria continuidade, de acordo com a qual é considerado o terceiro modo. Embora este terceiro modo seja explicado de acordo com a opinião de Platão, também de acordo com a opinião de Aristóteles o ponto se apresenta por adição à unidade. Pois, o ponto é algo de uno, indivisível no contínuo, abstraindo da matéria sensível, de acordo com a noção; o uno, porém, abstrai tanto da matéria sensível como da inteligível” (*In I Post anal.*, lect. 41, n° 5).<sup>183</sup>

Diagrama 2



Sendo assim, de acordo com os modos de obtenção da certeza (diagrama 1) e com o exposto acima (diagrama 2), chega-se, por essa primeira via (o grau de certeza segundo a comparação entre as várias ciências), à conclusão que a matemática, por ser a ciência que conhece o porquê (de acordo com o 1º modo), por não se ocupar da matéria sensível (2º modo) e por ter como objeto a matéria inteligível, é a mais certa das três ciências (física, ciências intermediárias e matemática). As ciências

<sup>183</sup> *In I Post anal.*, lect. 41, n° 5. Apud NASCIMENTO, op. cit. (p. 82, n. 139)

intermediárias e as físicas, por terem como objeto a matéria sensível, são menos certas que a matemática. Entretanto, as ciências intermediárias são mais certas que a física porque, sendo mais matemáticas que físicas, as ciências intermediárias estão mais afastadas da matéria sensível que a física pura<sup>184</sup>. Contudo, se se busca o grau de certeza das ciências segundo suas razões, i.e., a partir das explicações que delas obtemos sobre seus respectivos objetos de conhecimento, não se chega a mesma classificação. Pode-se fazer essa afirmação partindo do seguinte trecho de Tomás sobre as teorias astronômicas:

*“Aduz-se uma razão para alguma coisa de dois modos. De um modo, para provar suficientemente algum fundamento, assim como na ciência da natureza aduz-se uma razão suficiente para provar que o movimento do céu é sempre de velocidade uniforme. De outro modo, aduz-se uma razão, não que prove suficientemente o fundamento, mas que mostre que os efeitos conseqüentes concordam com o fundamento já estabelecido, assim como na astronomia estabelece-se a razão dos excêntricos e dos epiciclos pelo fato de que, estabelecido isto, podem ser salvas as aparências sensíveis acerca dos movimentos celestes. No entanto, esta razão não é suficientemente probante, porque, talvez estabelecido também algo diferente, poderiam ser salvas”*  
(*Summa theologiae*, Ia, q. 32, a 1, ad 2m)<sup>185</sup>

Segundo essa passagem, percebe-se que as demonstrações obtidas pela ciência intermediária são menos certas que aquelas obtidas pelas ciências naturais. Isso ocorre porque as demonstrações obtidas pelas ciências físicas visam a natureza mesmas dos

---

<sup>184</sup> Tendo como pressuposto esse afastamento, pode-se afirmar que o sujeito das ciências intermediárias goza de maior estabilidade que o sujeito da física que, por sua vez, nunca poderia receber tratamento matemático:

*“De fato, os entes incorruptíveis e imóveis pertencem precisamente ao metafísico. Mas, os entes móveis e incorruptíveis, por causa de sua uniformidade e regularidade, podem ser determinados no que se refere a seus movimentos, pelos princípios matemáticos, o que não pode se dizer dos móveis corruptíveis; por isso, o segundo gênero de entes é atribuído à matemática em razão da astronomia. O terceiro, porém, permanece próprio à ciência natural apenas.”* (In Boethii De trinitate, q. 5, a 3, ad 8<sup>o</sup>. apud NASCIMENTO, op. cit.)

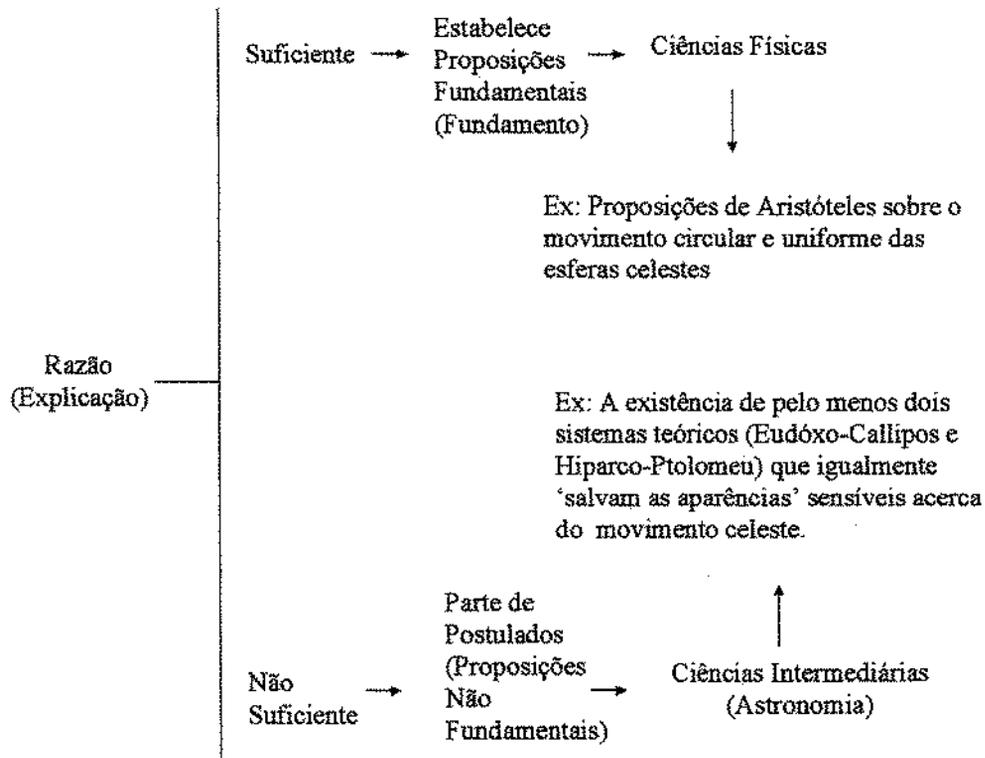
<sup>185</sup> *Summa theologiae*, Ia, q. 32, a 1, ad 2m. apud NASCIMENTO, 1995: 84.

seres; são demonstrações que passam pelo tipo mais rigoroso de prova — como exemplo, Tomás cita as demonstrações que Aristóteles deu para os movimentos celestes (Que as esferas celestes giram com movimentos regulares e uniformes ao redor de um centro fixo, vide *De caelo et mundo*, lect. 8 et 9)<sup>186</sup>. Trata-se portanto de um conhecimento suficiente. Já o tipo de demonstração fornecida pelas ciências intermediárias não é suficientemente probante porque não há garantia que não hajam outras explicações que possam, igualmente, dar conta do mesmo fenômeno. Segundo o exemplo de Tomás, tendo-se como conhecimento fundamental que os movimentos celestes são circulares (o que era tido por Tomás como proposição fundamental), havia, em sua época, pelo menos dois sistemas diferentes que possibilitavam uma explicação igualmente boa sobre a aparente irregularidade dos movimentos celestes, os sistemas de Eudóxo-Calipo-Aristóteles e Hiparco-Ptolomeu<sup>187</sup>. Vide o seguinte diagrama:

---

<sup>186</sup> Tomás acreditava que a demonstração aristotélica para o movimento das esferas era um tipo rigoroso de demonstração. Dela faz parte a demonstração do movimento da última esfera que move sem ser movida assim como a demonstração da imobilidade da Terra, por exemplo, como aparece na *Expositio super libros De Caelo et Mundo*, lib. II, lect. IV. Nesse trecho da *Expositio*, ao comentar a rotação das esferas, Tomás afirma a necessidade da imobilidade do centro do mundo, no qual se localiza a Terra, da seguinte forma: deve haver algo que permaneça imóvel no centro de um corpo com movimento circular, por ser evidente que qualquer movimento circular ocorre ao redor de um centro fixo; é necessário que o centro esteja localizado em um *corpo* fixo, pois o que é chamado “centro” não é algo que subsiste por si mesmo, mas que só pode ser o centro de um corpo. O corpo fixo, por sua vez, deve ser parte do mundo, mas não pode ser parte de uma esfera móvel. É pelo fato do centro ser eternamente imóvel que o céu pode mover-se eternamente. O que está naturalmente imóvel no centro é a Terra. Então, se o céu move-se eternamente, a Terra pode existir. Nesse tipo de argumentação, é possível perceber não só a presença da cosmologia aristotélica mas, principalmente, da teoria de lugar da física de Aristóteles, como comenta DUHEM, P. *Medieval cosmology; theories of infinity, place, time, void, and the plurality of worlds*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985. p. 153-159.

<sup>187</sup> Sobre as hipóteses astronômicas de Tomás vide LITT, 1963: 362-372, e TONQUÉDEC, 1950.



De acordo com o que foi exposto e resumido no diagrama 3, pode-se afirmar que, com relação às explicações dadas pelas ciências, as ciências da natureza (física) fornecem a explicação mais certa por estabelecerem fundamentos, enquanto a astronomia, ciência intermediária, é menos certa porque apenas lança hipóteses:

“Não é, porém, necessário que as suposições que eles [os astrônomos] descobriram sejam verdadeiras; com efeito, embora sendo feitas estas suposições, salvem-se as aparências, não é preciso dizer que estas suposições são verdadeiras, pois, talvez de acordo com algum outro modo, ainda não percebido pelos homens, salvem-se as aparências a respeito dos astros”<sup>188</sup> (*In II De caelo et mundo*, lect. 17, n° 2).

<sup>188</sup>. Apud NASCIMENTO, 1995: 86.

Chega-se assim ao que parece ser uma contradição. (1) De acordo com a comparação entre as ciências, a ciência mais certa parece ser a matemática, seguida das ciências intermediárias (dentre elas a astronomia) e, por último, as menos certas, as ciências físicas. Essa ordem de classificação, segue o grau de certeza que se pode obter dos sujeitos de cada uma das ciências (vide diagrama 2). Assim, quanto menos se propor a prescrutar sobre a matéria (substrato), maior grau de certeza obter-se-á (por isso, a matemática, que não trata da matéria mas da forma, é a ciência mais certa). As ciências intermediárias, nesse caso, são mais certas do que a física porque, estabelecendo tratamento matemático às suas teorias, estão mais afastadas da matéria sensível que a física pura. (2) Entretanto, de acordo com a razão, i.e., com as explicações fornecidas por cada ciência, percebe-se uma perturbação na ordem de classificação obtida pela comparação entre as ciências. Isso acontece porque, segundo o grau de certeza das explicações fornecidas por cada ciência, de acordo com o diagrama. 3, a física é a ciência capaz de oferecer maior certeza (por ser uma ciência que visa a natureza última das coisas, i.e., porque visa estabelecer fundamentos), enquanto a astronomia passa a ser uma ciência menos certa (por não estabelecer proposições fundamentais, mas partir de postulados sob os quais faz hipóteses que não podem ser rigorosamente provadas)<sup>189</sup>.

---

<sup>189</sup> Sobre a posição de Tomás de Aquino frente a essa aparente contradição, Thomas Litt, em *Les corps célestes dans l'univers de saint Thomas d'Aquin*, p. 322-341, defende a idéia que a astronomia teve pouca importância para Tomás, que nunca interessou-se pela observação dos astros ou pelo cálculo astronômico. Segundo Litt, Tomás teria ficado à vontade para não optar por nenhum dos sistemas astronômicos como sendo verdadeiro, permanecendo indiferente a essa questão: “São Tomás permaneceu finalmente numa espécie de indiferença ou de hesitação entre as duas hipóteses astronômicas, de Eudóxo-Aristóteles e Ptolomeu.” A posição de Litt, contudo, parece não coadunar com a real importância dada às ciências intermediárias por Tomás. Segundo Nascimento, “indiferença” não parece ter sido a atitude de Tomás com relação às ciências intermediárias, mas justamente o contrário: “Embora não fosse um profissional das ciências intermediárias, São Tomás manifestou um interesse incontestável pelo tipo epistemológico que elas representaram. Caso contrário, teria se dado a tamanho trabalho para caracterizá-las e situá-las no conjunto dos conhecimentos humanos?” (NASCIMENTO, 1995: 87). Segundo Nascimento, embora tenha expressado certo ceticismo acerca dos sistemas astronômicos do seu tempo, Tomás acreditava na possibilidade que, um dia, viéssemos a encontrar um sistema astronômico verdadeiro, i.e., que correspondesse a real disposição e movimento dos corpos celestes: “Mesmo se os sistemas que ele conhecia só tivessem a seus olhos uma certeza hipotética, isto não quer dizer que a astronomia enquanto tal tenha tido para ele uma certeza menor que a da física.” (id. Ib.). Assim, para Nascimento, não só Tomás possuía um especial interesse pelo estudo epistemológico das ciências intermediárias como também as considerava mais certas que a física. Seu argumento é o de que, por serem mais matemáticas do que físicas, as ciências

O primeiro enfrentamento do *Diálogo*, tanto no texto da primeira jornada quanto no enfrentamento histórico de Galileu para publicá-lo é retomar a atitude crítica de Tomás de Aquino que lhe fora transmitida pelos trabalhos de Valla-Carbone, ou seja, tornar pública a necessidade de discutir o estatuto epistemológico do copernicanismo, defender a possibilidade de compreendê-lo não como um instrumento matemático mas como uma tentativa de descrever a real estrutura matematizada do mundo, a princípio tão válida quanto a descrição aristotélico-ptolomaica.

---

intermediárias não pretendiam explicar a totalidade de um determinado fenômeno, mas apenas seu aspecto quantificável e, nesse domínio restrito, seu grau de certeza era maior que o da física pura. Contra essa interpretação cabe ressaltar que, embora no domínio específico do quantificável possa ser dito que as ciências intermediárias são mais certas que a física, por estarem mais próximas da matemática, parece que o domínio do quantificável, segundo a concepção de conhecimento de Aristóteles, exprime menor grau de certeza que o domínio do ser, i.e. da natureza do ser. Em outras palavras, mesmo que se conheça mais a respeito do quantificável, todo esse conhecimento será menor que algum conhecimento que se tenha no domínio da natureza do ser (vide diagrama 4). É possível concordar com o fato de que as ciências intermediárias tenham tido grande importância para Tomás, sobretudo pelo seu tipo epistemológico, se comparadas à teologia. Apesar disso, para Tomás, o conhecimento astronômico era um conhecimento hipotético e — partindo de um raciocínio por hipótese — mesmo se o sistema astronômico verdadeiro fosse um dia encontrado, não ter-se-ia como sabê-lo. É o que Tomás deixa claro in *De caelo et mundo*, lec. 17, n° 2, ao afirmar que: (1) não é necessário que as suposições astronômicas, quaisquer que forem, sejam verdadeiras, i.e., correspondam com a real posição e movimento dos astros, e que (2) algum outro sistema diferente não possa vir a salvar as aparências a respeito dos astros. Parece-nos ainda que o caráter hipotético das explicações astronômicas fica claro no seguinte trecho da *Summa theologiae*: “Esta razão [dada pela astronomia] não é suficientemente probante, porque, talvez estabelecido também algo diferente, poderiam ser salvas as aparências.” (Ia, q. 32, a 1, ad 2n). Assim, podemos afirmar que embora Tomás de Aquino não tenha trabalhado pessoalmente as ciências intermediárias, através de observações, seu interesse epistemológico pelas mesmas parece incontestável. As aparentes contradições que persistem quando hoje lança-se olhos às suas obras, apenas refletem as enormes dificuldades que um homem de seu tempo teve em pensar acerca da matematização da física, pois não só Tomás encontrava-se imerso na divisão aristotélica do conhecimento, como também estava desprovido de grandes exemplos, excetuando-se a astronomia, do que viria a ser, por intermédio de Galileu, a física-matemática moderna.

## 1.2 O “Édito Saudável” e a Imposição da Divisão Aristotélica de Mundo

Muito embora o objetivo último do *Diálogo* já esteja exposto no agradecimento e no prefácio, i.e. tratar o programa copernicano não como conhecimento hipotético com o mesmo e fraco grau de certeza das ciências intermediárias, mas como conhecimento, em última instância, verdadeiro sobre a estrutura do mundo, cuja certeza possa ser a mesma do conhecimento físico, junto a tal exposição também encontra-se fixado o principal obstáculo a vencer, o objetivo imediato do *Diálogo*: trata-se do impedimento à autonomia da ciência que ganhou forma legal no dispositivo normativo conhecido como “édito saudável”, um decreto de censura, promulgado pelo Santo Ofício em 24 de fevereiro de 1616, que condenava duas proposições copernicanas: a da estabilidade do Sol e a do movimento da Terra. Em 5 de março do mesmo ano, a própria obra de Copérnico, *De revolutionibus orbium coelestium*, foi condenada como contrária às Sagradas Escrituras.

Três anos antes dessa proibição, numa carta a Beneddeto Castelli, datada de 21 de dezembro de 1613, Galileu já reclamava e esclarecia sua opinião sobre a falta de autonomia da ciência devido ao atrelamento das proposições científicas a interpretação literal do texto bíblico. Nessa carta, Galileu não só defende a libertação da ciência de sua relação com as *Sagradas Escrituras*, como também que as escrituras sejam interpretadas para concordarem com a ciência:

“Assim sendo, e sendo, ainda mais, pacífico que duas verdades não podem jamais se contradizer, é função dos sábios expositores e intérpretes empenharem-se em estabelecer o verdadeiro sentido das passagens sagradas, de forma a concordarem-nas com as conclusões naturais acerca das quais o sentido evidente ou as necessárias demonstrações tornaram-nos certos e seguros.” (GALILEI, *Carta a Beneddeto Castelli*, datada de 21 de dezembro de 1613)<sup>190</sup>

---

<sup>190</sup> GALILEI. *Ciência e fé; cartas de Galileu sobre a questão religiosa*. Trad. Carlos A. R. Nascimento. São Paulo: Nova Stella, 1988. p. 19-20.

A primeira jornada do *Diálogo* tem, como o próprio título da obra diz, o objetivo imediato de “abrir a possibilidade de debate, de diálogo” entre o copernicanismo e o aristotelismo, libertando a discussão da interdição de 1616, segundo a qual dever-se-ia falar do heliocentrismo somente enquanto hipótese matemática pertencente à ciência intermediária. Pelas prescrições do decreto, a comparação entre geocentrismo e heliocentrismo só poderiam dar-se no campo hipotético, ou seja, saber qual dos dois sistemas salva melhor as aparências celestes. Como diz Clavelin, a primeira jornada deve esclarecer:

“... como tornar aceitável a idéia de uma confrontação total entre geocentrismo e heliocentrismo? Ou melhor, dito de outra forma: como convencer o leitor [...] a acatar as duas hipóteses como igualmente plausíveis a priori, no que concerne a estrutura do universo?” (CLAVELIN, 1983)<sup>191</sup>

Esse convencimento é necessário porque, mesmo que se eliminem o “argumento da autoridade” e o da “ortodoxia religiosa” explícitos no próprio ato de promulgação da interdição de 1616, ainda observa-se a manutenção da desigualdade de tratamento, *a priori*, entre o geocentrismo e o heliocentrismo; pois, segundo o texto da interdição, o fazer filosofia natural — da qual a cosmologia<sup>192</sup>, na época, era uma parte — implica necessariamente na imobilidade da Terra no centro do mundo. Percebemos claramente essa “implicação necessária”, segundo a interdição, ao observarmos que ela pronuncia-se, como já dissemos, contrária a duas hipóteses fundamentais do copernicanismo, “*sol est centrum mundi et omnino immobilis motu*

---

<sup>191</sup> CLAVELIN, M. Le Dialogue ou la conversion rationnelle; à propos de la première journée. Estratto da *Novità Celesti e crisi del sapere*; Atti del convegno internazionale di studi galileiani. *Supplemento agli Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza*. Fascicolo 2. 1983.

<sup>192</sup> Como alerta Koyré, “...as preocupações cosmológicas desempenham um papel de primeiríssima importância no pensamento e nos estudos de Galileu, e que desde sua juventude, desde o tratado e do diálogo sobre o movimento por ele elaborado em Pisa, o vejamos colocar-se problemas que só adquirem o seu sentido pleno e inteiro em função da concepção copernicana de universo.”. KOYRÉ, A. *Études galiléennes*. Paris: Hermann, 1966. (excerto da trad. portuguesa, p. 255)

*locali*” e “*Terra non est centrum mundi nec immobilis, sed secundum se totam movetur, etiam motu diurno*”. As duas hipóteses foram qualificadas como “*stultae et absurdae in philosophia*”, sendo que a primeira foi declarada “*formaliter haeretica*” e a segunda “*ad minus in fide erronea*”.

Se levada em consideração, a observância dessa interdição confere ao geocentrismo a vantagem de ser o único programa capaz de pronunciar-se acerca da “real estrutura do mundo”. Ou seja, o “édito saudável” prescreve que o programa geocêntrico aristotélico-ptolomaico coloca-se como o detentor da verdadeira correspondência entre o conhecimento humano e a real constituição do mundo. Ao requerer igualdade de condições *a priori* para a discussão racional entre geocentrismo e heliocentrismo, Galileu pede que a discussão racional, pautada no método próprio para as ciências demonstrativas, decida pela verdade de um programa teórico e pela conseqüente falsidade do outro. Com vistas nesse objetivo, de limpar o terreno para os três dias de diálogo que se seguirão, Galileu estrutura a primeira jornada com o fim de mostrar que os fundamentos da cosmologia de Aristóteles não são inabaláveis, e que os aristotélicos muitas vezes não se utilizam do método das ciências demonstrativas para sustentar sua posição frente as objeções levantadas pelos adeptos do heliocentrismo<sup>193</sup>.

Esses dois ataques levados a termo por Galileu na primeira jornada dizem respeito ao método e a cosmologia dos aristotélicos. Porém, a cosmologia e o método da ciência não são atacados separadamente, em momentos distintos no texto. Ao contrário, as ponderações sobre o método, que se dão sempre em vista da possibilidade de obtenção de conhecimento demonstrado e que encontram-se relacionados a noção clássica de verdade como correspondência, são em número bem menor e encontram-se espalhadas ao longo da jornada sendo, por vezes, ou

---

<sup>193</sup> Com relação ao método, não basta dizer que os raciocínios aristotélicos pressupõem, o que é preciso demonstrar. Não é este o caso e, mesmo que fosse, deve-se levar em consideração que, no século XVII, com relação à Física, o aristotélico poderia não aceitar a crítica copernicana e afirmar que se Aristóteles não raciocina como pretende a partir do fato, mas sim a partir de uma teoria, também Galileu faz o mesmo e talvez seja impossível raciocinar de outra forma. (KOYRÉ, 1986: 273-274)

estritamente relacionadas ao modo pelo qual a argumentação contra a cosmologia aristotélica-ptolomaica é elaborada ou sendo, por outras vezes, bastante genéricas. Pautado nessas observações iniciais, buscar-se-á compreender como se processa o embate entre a cosmologia aristotélico-ptolomaica e a copernicana e, no interior desse embate, como é operacionalizado o método para as ciências demonstrativas em vista da defesa do copernicanismo como “real estrutura do mundo”. Porém, antes de prosseguir, cabe esboçar o modo pelo qual Galileu reconstrói o geocentrismo do programa aristotélico no *Diálogo* com o intuito de, após isso, atacá-lo.

### *1.3 A Reconstrução da Cosmologia Aristotélica a partir da Primeira Jornada*

O texto, como não poderia deixar de ser na medida em que trata de estabelecer um diálogo, inicia por firmar um ponto em comum entre os programas em disputa, o aristotélico-ptolomaico e o copernicano-galileano, a saber: ambos consideram como princípio geral da natureza “que o mundo é perfeitamente ordenado”, ambos tem como consenso o problema posto por Platão, segundo Simplicio, aos astrônomos: salvar o movimento aparente dos planetas a partir do uso movimentos circulares e uniformes no sistema astronômico.<sup>194</sup>

Estabelecido esse ponto em comum, marca-se já a primeira oposição entre ambos, sobre como, metodologicamente, é possível afirmar, com tal segurança, a perfeição do mundo. Da discussão metodológica<sup>195</sup> em vista da perfeição chega-se à discussão sobre a necessidade de manter ou não a distinção entre corpos celestes e corpos terrestres. Dessa discussão inicial, o único acordo firmado entre aristotélicos e copernicanos é quanto ao princípio de que o mundo é composto por partes ordenadas entre si. Segue-se o argumento que, para manter a ordem, é necessário admitir que os corpos componentes do mundo sejam dotados de movimento circular, embora na

---

<sup>194</sup> Sobre o problema astronômico de Platão vide “Apêndice”, p. 114; sobre o programa copernicano como uma revitalização da heurística platônica vide “Exposição da Revolução Copernicana Segundo a Metodologia dos Programas de Investigação Científica”, p. 94.

<sup>195</sup> Da qual trataremos no final do trabalho, vide p. 173

natureza observe-se o movimento retilíneo<sup>196</sup> de queda dos graves e ascensão dos leves.

Passa-se, então, à exposição dos argumentos aristotélicos segundo os quais faz-se necessária a divisão do mundo em duas regiões distintas, a celeste e a sublunar: o primeiro argumento, baseado na teoria dos contrários, segundo a qual aonde há geração há corrupção, afirma que se não há contrários no céu, nele também não pode haver geração e corrupção; o segundo argumento consiste no fato de que, pela experiência sensível, observa-se que na Terra há, continuamente, geração e corrupção, as quais não se observam nem se observaram no céu e, portanto, o céu e a Terra são distintos; o terceiro argumento afirma que a Terra difere do céu por ser obscura e desprovida de luz enquanto os corpos celestes são brilhantes e luminosos.

Para entender como os argumentos aristotélicos apresentados no Diálogo impossibilitam, se mantidos, a constituição de um mundo sem divisão no qual a Terra pode ser pensada como um corpo celeste, convém que seja esclarecida qual a importância que esses argumentos assumem na constituição da cosmologia aristotélica.

Com o intuito de alicerçar sua cosmologia, Aristóteles parte da “evidência” de que o mundo é o corpo mais perfeito. Enquanto corpo perfeito, possui todos os atributos que se possa ter, dentre os quais: ordem e finitude, alto e baixo. O alto sendo a periferia do mundo, seu limite, e o baixo o ponto donde haja igual distância à todos os outros, i.e, o centro; a figura do mundo, dadas as condições colocadas, não pode ser outra que não a esfera (*Sobre o céu*, I, 1; II, 2)<sup>197</sup>. Dessa primeira “evidência” segue-se uma outra, a saber, a capacidade de movimento que os corpos naturais possuem e, especialmente a capacidade de possuírem movimento local. Esse movimento, por sua vez, é designado segundo a trajetória que, por se tratar de

---

<sup>196</sup> O qual Galileu remete a Segunda Jornada, onde mostrará que o movimento só é retilíneo em vista do observador, já que ambos, observador e móvel, encontram-se na superfície da Terra; mas como nosso planeta descreve movimento circular, o movimento que ao observador apresenta-se retilíneo, na verdade é circular.

movimento simples, pode ser de dois tipos: retilínea ou circular. Levando-se em conta a forma do mundo (esférica, constituída de um alto e um baixo) e os tipos de trajetória do movimento simples (retilínea e circular), chega-se a combinação dos tipos de movimento: retilíneo a partir do centro, para cima; retilíneo em direção ao centro, para baixo; movimento ao redor do centro, circular. Uma vez definidos os movimentos simples, Aristóteles relaciona cada tipo de movimento a cada tipo de elemento constituinte do mundo, de modo que, por um lado, nenhum corpo fique desprovido de seu movimento, i. e., aquele que lhe é próprio, e por outro, nenhum tipo de movimento fique faltando ao mundo, posto que este, por ser perfeito, possui todos os atributos (*Física*, VIII, 7)<sup>198</sup>.

Não se trata de um mero acaso ou de sagacidade retórica a reconstrução que Galileu faz da relação entre a teoria dos movimentos e teoria dos elementos de Aristóteles para então, ao atacá-la, minar as bases da divisão de mundo da cosmologia aristotélico-ptolomaica. Pode-se afirmar, seguindo Clavelin<sup>199</sup>, que os movimentos simples são usados, por Aristóteles, na própria definição do número de elementos que compõe o mundo e que diferencia a teoria aristotélica de suas predecessoras atomista e platônica (*Física*, I, 2). A teoria dos elementos de Aristóteles recusa a forma matematizada do *Timeu*<sup>200</sup> e funda-se no axioma da ordem e perfeição do mundo e dos movimentos simples a ele associados. É por meio da teoria dos movimentos que Aristóteles dá fundamento ao número dos elementos por ele considerados: “os elementos e os movimentos correspondem-se um a um” (*Sobre o céu*, I, 8, 276<sup>b</sup> 8-10), não podem ser infinitos assim como não podem reduzir-se a um, pois os movimentos simples não são infinitos nem podem reduzir-se a um.

---

<sup>197</sup> ARISTOTLE. On the heavens. Trad. J. L. Stocks. In: BARNES, J. *The complete works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1995. V. II.

<sup>198</sup> ARISTOTLE. Physics. Trad. David Ross. In: BARNES, J. *The complete works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1995. V. II.

<sup>199</sup> CLAVELIN, M. *La philosophie naturelle de Galilée; Essai sur les origines et la formation de la mécanique classique*. Paris: Armand Colin, 1968. Sobre o movimento local e a teoria dos elementos em Aristóteles, vide p. 37-48.

<sup>200</sup> Como argumenta CORNFORD, Francis Macdonald. *Plato's Cosmology; The Timaeus of Plato translated with a running commentary*. London: Routledge & Kegan Paul Limited, 1948.

“Novamente, se todo elemento tem seu próprio movimento, e o corpo simples tem um movimento simples, e o número de movimentos simples não é infinito, porque os movimentos simples são somente dois e o número de lugares [alto, baixo] não é infinito; segundo essas premissas também nós deveríamos negar que o número de elementos é infinito.”(ARISTÓTELES. *Sobre o céu*. III, 4, 303<sup>b3-7</sup>)

Assim, com base nessas premissas, Aristóteles estabelece a relação entre os elementos e os movimentos. O movimento retilíneo a partir do centro, para cima, é relacionado com o fogo, posto que se observa que a chama do fogo sobe naturalmente. O movimento retilíneo para o centro, para baixo, é relacionado com a terra que tem a tendência natural de aproximar-se do centro do mundo. Desses dois elementos distingue-se que o fogo é leve (tende a subir) e a terra é grave (tende a descer). Da mesma forma o ar e a água são associados, respectivamente, à leveza e à gravidade tendo, o primeiro, movimento semelhante ao do fogo, e o segundo, movimento semelhante ao da terra. Dessa forma, a partir do centro tem-se a seguinte ordem, ou lugar natural, dos elementos citados: terra, água, ar e fogo, que em acordo com a forma do mundo, esférica, organizam-se ao redor do centro do mundo em esferas concêntricas.

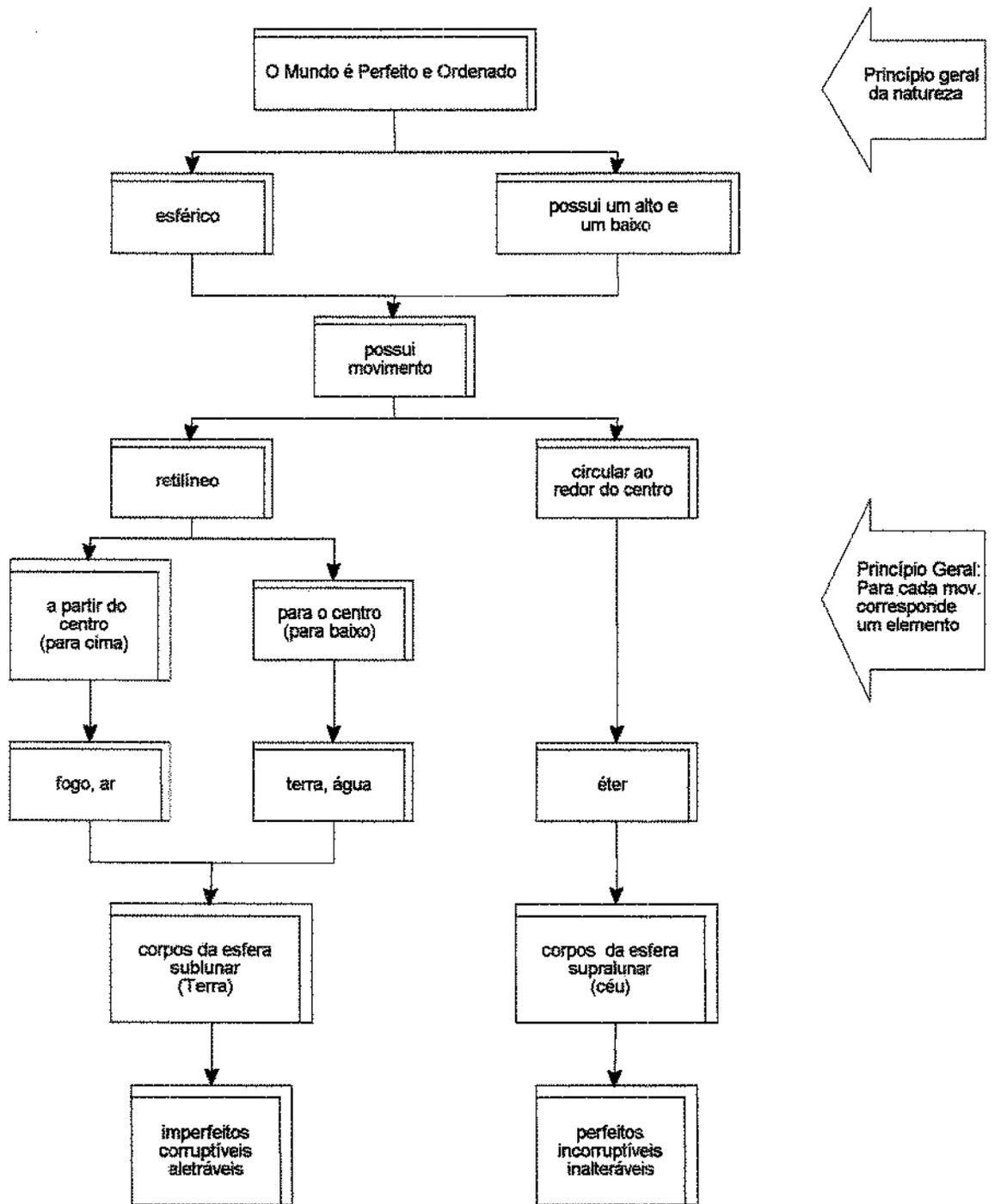
Cabe ainda, estabelecer a relação entre o movimento circular e seu respectivo elemento, que não pode ser nem grave nem leve, posto que a trajetória circular nem se aproxima (desce) nem se afasta (sobe) do centro. Ainda levando em consideração a trajetória, o elemento que possua movimento circular não pode ter um início e um fim diferentes entre si, pois no círculo todos os pontos podem ser tomados como início e fim. Por esses motivos, o movimento circular não pode pertencer a nenhum dos quatro elementos já citados, sendo necessário um quinto elemento, i. e., o éter, para possuí-lo.

Uma vez feita a distinção entre os elementos que possuem movimento retilíneo e o elemento que possui movimento circular, cabe introduzir a principal distinção

entre eles, i. e., a distinção quanto a sua natureza. Segundo a argumentação de Aristóteles, o elemento que possui movimento circular distingue-se dos outros quatro porque, de acordo com sua trajetória, é um movimento sem contrários. Segundo Clavelin, a ausência de contrários no movimento circular pode ser assim explicada:

“A noção de contrário não tem sentido para os corpos animados por um movimento natural ao redor do centro; ele faz, necessariamente, que esses corpos, ignorando toda existência em potência, existam imediatamente em ato, a partir da plenitude de sua essência.” (CLAVELIN, 1968: p. 43)

Em oposição aos corpos sensíveis, alteráveis e corruptíveis, continua Clavelin, o corpo formado pelo elemento cujo movimento natural é circular, é inalterável, incorruptível e não é passível de geração. Sua matéria é tal que ele só é compatível ao movimento local circular. E como os únicos corpos compostos com o éter, e que se movem com movimento natural circular, são os corpos celestes, é inevitável a separação absoluta entre céu e Terra, donde pode-se entender porque uma nova ciência que pretenda considerar a Terra parte do céu e unificar as leis que regem um e outro movimento está, *a priori*, descartada se não pretende limitar-se a mera construção de hipóteses matemáticas que não visam a natureza última das coisas e procedem em vista da “aparência dos céus”. O quadro abaixo expressa de modo claro a estrutura do pensamento de Aristóteles:



Princípio geral da natureza

Princípio Geral: Para cada mov. corresponde um elemento

Conseqüências necessárias - o céu é de natureza distinta da Terra;  
 a Terra está no baixo (centro do mundo) e é imóvel (pois não pode possuir movimento circular)

Conseqüências necessárias

## 2 A Argumentação Galileiana Contra a Cosmologia Aristotélica

Diante a argumentação aristotélica apresentada na primeira jornada, Galileu elabora dois tipos de argumentos com o intuito de desqualificar as duas “conclusões necessárias”, apresentadas no quadro acima, a que chega Aristóteles. A argumentação de Galileu, segundo Clavelin (1968), divide-se em dois tipos a saber: argumentos que objetivam uma refutação dialética e argumentos que pretendem refutar pela experiência. A refutação dialética tem por objetivo desqualificar dois argumentos de Aristóteles: o argumento dos movimentos naturais simples e o argumento dos contrários. Já a refutação pela experiência, por sua vez, apresenta observações que negam que os corpos celestes sejam inalteráveis e compostos de elemento distinto da Terra. E o faz apresentando as observações obtidas com o uso do telescópio e a realização de experiências terrenas com intuito de demonstrar a natureza da Lua. Tais evidências são<sup>201</sup>: que há manchas solares e que há semelhanças entre a Lua e a Terra, a saber, que há relevo na superfície da Lua e que há similitude entre Lua e Terra, posto que ambas são corpos opacos, desprovidos de luz própria e que tem semelhante capacidade de reflexão da luz solar.

### 2.1 Refutação Dialética: Sobre o Argumento dos Movimentos Naturais Simples

Passa-se agora a analisar como Galileu inicia sua argumentação contra o modo como Aristóteles divide o movimento simples em duas categorias distintas, uma relativa aos movimentos retilíneos, que diz respeito aos corpos imperfeitos e outra relativa ao movimento circular, que é conferido somente aos corpos perfeitos. O critério utilizado por Aristóteles para efetuar a divisão natural dos dois movimentos é criticado por Galileu, pela boca de Salviati. Que se possa compreender que Aristóteles definiu como simples os movimentos que em sua trajetória descrevem linhas

---

<sup>201</sup> Segundo a divisão feita por NASCIMENTO, C. Arthur. Para ler Galileu Galilei; Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo. São Paulo: Nova Stella, Educ, 1990. p. 15-29.

geométricas simples, retilínea e circular, pode-se aceitar, uma vez que se trata de uma descrição de acordo com a geometria. Mas uma vez estabelecido que o movimento retilíneo é natural, sendo simples, ele deve ser natural de qualquer corpo simples. Da mesma forma o movimento circular deve ser universal, pois se a definição primeira, geométrica, utilizada por Aristóteles, é que se trata de um movimento ao redor do centro, então, pode-se afirmar que há mil centros, bem como mil movimentos circulares. A questão, na verdade, pode ser formulada da seguinte maneira: como se passa da definição de movimento simples para a de movimento natural simples, atribuindo a uns corpos um movimento retilíneo e a outros corpos o movimento circular? Galileu evidencia, segundo Clavelin (1968, p.189) a recorrência que Aristóteles necessita fazer ao princípio da teoria dos elementos, segundo a qual cada movimento diz respeito a um elemento simples. Esse princípio, contudo, não possui a mesma evidência que se pode obter, pela geometria, de que há somente duas linhas simples. Assim, traçando um paralelo, a “força da demonstração geométrica” que torna evidente que há somente duas linhas simples não está presente no uso desse princípio, que “permite” afirmar que um elemento simples possui um movimento simples e não outro. Com isso, Galileu pretende esclarecer que não aceita como *a priori* a divisão de mundo implicada em tal princípio, abrindo caminho para negá-la pela experiência, *a posteriori*, como diz Salviati:

“Retorno, pois, a Aristóteles, o qual, tendo começado bem e metodicamente seu raciocínio, mas tendo a intenção de chegar a um objetivo previamente estabelecido em sua mente, interrompe o processo e sai a mostrar como algo seguro e manifesto que, enquanto os movimentos simples para cima e para baixo convém naturalmente ao fogo e a terra, é necessário que, a parte esses corpos conhecidos por nós, exista outro na natureza, ao qual convém o movimento circular, e que é ainda mais perfeito, posto que o movimento circular é mais perfeito que o retilíneo [...] esta é a pedra de toque, a base e fundamento de todo o mundo aristotélico, sobre a qual se apoiam todas as outras propriedades do livre de gravidade e leveza, de corrupção e

geração e de toda mudança, exceto a local etc.” (GALILEI, 1935: 42)

Uma vez tendo posto à parte o princípio pelo qual alguns corpos são possuidores de movimento retilíneo e outros de movimento circular, e aceitando apenas como princípio a perfeição e uniformidade do mundo, Galileu argumenta, contra Aristóteles, que se os corpos que integram o mundo são naturalmente móveis, então seu movimento natural deve ser o circular:

“Podemos, pois, dizer que o movimento retilíneo serve para transportar as matérias que servem para a construção da obra, mas que, uma vez construída esta, só resta-lhe permanecer imóvel ou, se se mover, fazê-lo circularmente; e não diríamos como Platão que inclusive os corpos mundanos, uma vez já construídos e estabelecidos de todo, foram movidos durante algum tempo por seu Autor com movimento reto; mas que, uma vez chegadas a certos e determinados lugares, foram empurrados um a um para que girassem, passando do movimento retilíneo ao circular, onde depois se mantiveram e se conservaram...” (GALILEI, 1935: 43-44)

Segundo Clavelin, (1968: 191) a discussão em torno dos movimentos naturais simples parece ganhar contornos de uma cosmologia copernicana com o intuito de estipular as bases para um mundo sem a bipartição aristotélica (céu/Terra), aonde a união é garantida pelo princípio da ordem e perfeição do mundo, obtido por demonstração geométrica<sup>202</sup>, e pela necessidade (em vista da perfeição e da ordem) de que todas as partes componentes do universo, se se movem, que se movam com movimento circular. Isto porque o movimento circular é o único capaz de sustentar a ordem e a perfeição natural do universo, visto que o movimento retilíneo não poderia mantê-la por não participar da perfeição, pelos seguintes motivos apresentados por Salviati: o movimento retilíneo desloca o corpo, pois acontece em vista de uma

---

<sup>202</sup> Vide p. 23-24.

inclinação natural; ao deslocar-se, o corpo quebra a ordem estabelecida; como se dá em vista de um fim, ele não pode ser mantido para sempre. O movimento circular, por seu turno, é capaz de manter a perfeita ordem do mundo, porque: no movimento circular cada ponto é o início e o fim do movimento; ele é constante (no que concerne a sua velocidade); pode ser perpetuamente mantido. Nessa cosmologia, concebida para fazer frente a aristotélica, vê-se que se encaixa perfeitamente o sistema copernicano tal qual o aceitava Galileu, i.e., sem a introdução das órbitas elípticas de Kepler.

“Imaginemos que, entre os desígnios do Divino Arquiteto, estivesse criar no mundo esses globos que vemos girar continuamente; ter determinado o centro de suas revoluções e colocado nele o Sol imóvel; ter colocado depois os globos em um mesmo lugar, com uma determinada tendência para o movimento, e dali tê-los deixado decair até o centro, até terem alcançado o grau de velocidade que pareceu oportuno a Mente Divina, uma vez adquirido os quais, foram empurrados para que girassem, cada um em um círculo, mantendo lá a concebida velocidade.” (GALILEI, 1935: 53)

Contudo, para que se possa concluir a cosmologia copernicana, é necessário “retirar” a Terra donde, segundo Aristóteles, ela permanece imóvel, i.e., do centro do mundo. Para isso, é preciso responder ao argumento lançado por Simplicio, de que pela simples observação do fogo que sobe (a partir do centro) e da terra que cai (em direção ao centro) é “evidente” que a Terra encontra-se disposta no centro do mundo. O raciocínio aristotélico é, no entanto, como diz Salviati, um paralogismo, pois afirma-se que o fogo move-se do centro da Terra em direção a sua esfera mantendo, já de antemão, que o centro da Terra coincide com o centro do mundo. Não se pode, portanto, daí, concluir que com a observação do movimento do fogo, seja evidente que a Terra está no centro do mundo. As únicas coisas de que temos certeza pela experiência, com relação a esse assunto, diz Salviati, é que a Terra é esférica e possui um centro. Além disso, também observamos que todas as partes da Terra, quando se movem, o fazem perpendicularmente à superfície do globo terrestre, sendo evidente

que se as linhas perpendiculares pelos quais se movem forem estendidas, perceber-se-á que o movimento dá-se em relação ao centro da Terra, que não necessita ser, como quer crer o aristotelismo, o centro do mundo.

## *2.2 Refutação Dialética: Sobre o Argumento dos Contrários*

Vejamos agora a linha de exposição de Galileu com respeito ao argumento aristotélico dos contrários que corrobora a afirmação de que o elemento constituinte do céu é substancialmente diferente dos elementos que compõem a Terra. Para sustentar essa posição, exposta pela boca de Simplicio, admite-se o seguinte: tudo que é gerado é corrompido, e assim também o é com o movimento que acontece tendo um início e um fim; o movimento circular é o único que não possui contrário, não tendo nem um início nem um fim; logo, o movimento circular é próprio dos corpos que não possuem contrários, ou seja, os corpos celestes; mesmo porque, argumenta Simplicio, pela experiência nunca houve a observação de mudança no céu.

Novamente Galileu afirma que as alegações expostas são um paralogismo, contudo argumenta da seguinte maneira:

“Digo-lhes, portanto, que esse movimento circular que vós assinalais aos corpos celestes convém também a Terra; do que, suposto que vosso raciocínio seja conclusivo, seguir-ser-á uma dessas três coisas; ou a Terra também é livre de geração e corrupção como os corpos celestes, ou que os corpos celestes são como os elementares, passíveis de geração, corrupção, alteração etc., ou que essa diferença de movimentos nada tem haver com geração e corrupção.” (GALILEI, 1935: 65)

Sendo o movimento circular também um movimento da Terra há que se pensar que o que sucede na Terra pode também suceder no céu, no que, então, este não seria livre de alteração. Não sendo livres de alteração, poder-se-ia supor que os corpos celestes são passíveis de contrariedade como, por exemplo, o denso e o raro. Como o

aristotelismo admite, sendo o céu formado de um único elemento, o éter, as estrelas e os planetas distinguem-se, aos olhos, da parte mais escura do céu, por serem densos, enquanto a parte mais escura é rara. Poder-se-ia argumentar, como o faz Simplicio, de que denso e raro são proporções, e que proporções não são contrários. Porém, se há raro e denso, há uma causa do que é raro e uma causa do que é denso. Assim, por exemplo, o raro é a razão da leveza e o denso a razão da gravidade. Do mesmo modo, não se pode afirmar que; nos corpos celestes, raro e denso não sejam a razão de algo semelhante.

### *2.3 Refutação pela Experiência: O “Locus” da Experiência na Argumentação Galileana*

O ataque de Galileu à divisão do mundo e a imobilidade e posição central da Terra toma corpo e atinge seu ápice quando Galileu utiliza-se das observações astronômicas para refutar a afirmação, feita pela boca de Simplicio, que a experiência corrobora, *a posteriori*, o programa aristotélico-ptolomaico. Diz Simplicio:

“A experiência sensível mostra que há, sobre a Terra, contínua geração, corrupção e alteração etc., dos quais nem nossos sentidos nem as tradições ou memórias de nossos antepassados jamais viu no céu; portanto o céu é inalterável etc., e a Terra alterável etc., e portanto, diferente dos céus...” (GALILEI, 1935: 71-72)

Galileu, pela boca de Salviati, inicia seu ataque enfraquecendo o argumento ao dizer que não é possível afirmar com segurança, com base na experiência, que não há mudanças nos corpos celestes, tal como há na Terra, pois esses corpos estão demasiado distantes para que nossos sentidos percebam qualquer mudança que lá possa ocorrer. Dessa forma, diz Salviati:

“...se não vedes as alterações no céu, posto que se elas ocorreram não estais apto a vê-las devido a excessiva distância, dado que

não possuí nenhuma notícia delas, não podeis deduzir que não existem...” (GALILEI, 1935: 73)

Uma vez feito esse embate preliminar, donde conclui-se que pelas observações expostas por Simplicio não se pode estar certo de que não há alteração no céu, Galileu pode introduzir as novas observações feitas com o auxílio do telescópio que, ao aproximar a imagem dos astros, elimina o problema da excessiva distância que há entre eles e nossos sentidos nas observações a olho nu, das quais Simplicio faz uso. Com as novas observações, diz Salviati, mesmo Aristóteles convencer-se-ia de que há alteração no céu: “... *afirmo que temos visto em nosso século novos eventos e observações, não me resta dúvida que, se Aristóteles estivesse vivo, mudaria de opinião.*” (GALILEI, 1935: 75)

Também na carta a Fortúnio Liceti, de 15 de setembro de 1640, Galileu afirma a força de suas observações:

“Quero acrescentar por ora apenas isto: que estou certo de que, se Aristóteles retornasse ao mundo, receber-me-ia entre seus seguidores, em virtude de minhas poucas contradições, embora bastante concludentes, muito mais que muitíssimas outras que, para sustentar todos seus ditos como verdadeiros, vão ciscando em seus textos conceitos que jamais lhe teriam passado pela mente. E quando Aristóteles visse as novidades descobertas novamente no céu, onde afirmou ser ele inalterável e imutável, porque nenhuma alteração havia ali sido vista até agora, indubitavelmente ele mudando de opinião, diria agora o contrário: que bem se percebe que, enquanto diz ser o céu inalterável porque aí não haviam sido vistas alterações, diria agora ser alterável, porque alterações aí se percebem.”  
(GALILEI. *Carta a Fortúnio Liceti*, de 15 de setembro de 1640)<sup>203</sup>

---

<sup>203</sup> GALILEI. *Carta a Fortúnio Liceti*, 15 de setembro de 1640. Trad. Pablo Mariconda. Texto didático, não publicado.

Dentre as novas observações a que Galileu faz referência estão as duas novas estrelas vistas em 1572 e 1604, as quais Galileu assegura estarem na esfera supralunar, e principalmente, as observações decorrentes do uso astronômico do telescópio, das quais discorrer-se-á agora.

#### *2.4 Refutação Pela Experiência: As Manchas Solares*

A primeira das alterações celestes a ser analisada é a que ocorre, segundo pretende demonstrar Galileu, na superfície do Sol, onde observa-se formações muito escuras (manchas solares), semelhantes a nuvens que, ou caminham em direção à borda do disco solar, ou dissipam-se antes de atingi-la. Contra a possibilidade de que as manchas solares sejam alterações ocorridas no céu, Galileu informa, pela boca de Simplicio, diversas opiniões de aristotélicos de sua época. Segundo alguns, as manchas solares são impressões nossas, causadas pelo ar que nos rodeia e, portanto, não existem de fato no astro, que é perfeito. Outros, afirma Simplicio, dizem tratar-se de ilusões provocadas pela lente do telescópio. Contudo, Simplicio enumera ainda a opinião, que não apela à ilusão para explicar o fenômeno, mas diz tratar-se de um conjunto de objetos opacos que se interpõe entre o Sol e a Terra e que, portanto, o que se observa, são suas sombras circulares no aparente disco solar que vemos da Terra. Uma última opinião é a que compara o Sol a uma cebola, i. e., composto por várias camadas concêntricas cristalinas porém salpicadas de pontos escuros e que, portanto, embora não pareça haver nenhuma regularidade no movimento das manchas, elas, em verdade, são movidas pelas esferas, bastante regulares. Galileu, contudo, mostra que nenhuma dessas opiniões coincide com o que se observa. Primeiro porque as manchas nascem no meio do disco solar e muitas dissolvem-se antes de atingir a borda da circunferência, o que prova que são geradas e corrompidas e não que se escondem na superfície oculta do Sol. Segundo porque as manchas estão na superfície do Sol, o que se pode provar com o uso da perspectiva:

“...da mudança das figuras aparentes e da mudança aparente de velocidade do movimento, conclui-se necessariamente que as

manchas estão contíguas ao corpo do Sol e que, tocando a sua superfície, com ela ou sobre ela se movem, e que não giram de modo algum afastadas dele. Conclui-se isto porque o movimento, que perto da circunferência do Sol parece lentíssimo é, perto do meio, mais veloz. Conclui-se também das figuras das manchas, as quais perto da circunferência, parecem estreitíssimas em comparação como o que se mostram no meio. Isto porque, nas partes do meio são vistas majestosamente e tais quais são e, perto da circunferência devido a curvatura da superfície do globo, aparecem abreviadas.” (GALILEI, 1935: 79)

## 2.5 Refutação Pela Experiência: As Semelhanças Entre a Terra e a Lua

Além das observações solares citadas, as observações da Lua também contribuem para o entendimento de que não há divisão entre região sublunar (Terra) e supralunar (céu). Com o uso do telescópio, Galileu, por meio de Salviati, expõe uma lista de semelhanças entre a Lua e a Terra.

A primeira é a semelhança da Lua e da Terra em sua figura e forma de iluminação. A Lua, diz Salviati, é esférica como se pode notar ao observar seu disco, perfeitamente circular, ao receber a luz do Sol: “...pois se sua superfície fosse plana, ela seria toda iluminada num instante e, no instante seguinte, totalmente desprovida de luz” (GALILEI, 1935: 87). Mas o que de fato se observa, segue Salviati, é que primeiro ilumina-se a parte mais voltada para o Sol e, sucessivamente, as partes seguintes até que toda a Lua fique iluminada. Exclui-se também, com essa observação a possibilidade de que sua superfície fosse côncava, pois neste caso a face que primeiro iluminar-se-ia é a oposta ao Sol. A segunda semelhança está em que, Lua e Terra são opacas e, por isso mesmo, capazes de receber e refletir a luz solar. A terceira semelhança está na densidade e solidez da matéria Lunar que, diz Salviati, não deve ser menos densa que a da Terra, “do que é prova suficientemente clara que sua superfície é, na maior parte, desigual, devido a muitas cavidades e saliências que se observam graças ao telescópio.” (GALILEI, 1935: 87-88) Dessas saliências,

prosegue Salviati, há muitas semelhantes as da Terra, rugosas e inclinada, por vezes reunindo-se em cadeias, formando vales profundos, ou permanecendo solitárias. Mas, dentre todas, chamam a atenção as formações circulares e as manchas escuras. A quarta é a semelhança entre a superfície da Lua e da Terra. Assim como na Terra observa-se duas partes bem distintas uma clara e outra escura (terra e água), na Lua também observa-se diferença de reflexão da luz solar em duas superfícies, aparentemente, distintas. A quinta semelhança diz respeito ao modo pelo qual a Lua e a Terra são iluminadas pelo Sol. Da mesma maneira que se observa da Terra as fases da Lua, de lá deve-se observar as fases da Terra, ressaltando o fato de que a iluminação do Sol sobre a Lua realiza-se ao longo de um mês, enquanto que, a da Terra, acontece em 24 horas. A sexta semelhança é a de que, assim como a Lua ilumina a Terra, essa também ilumina a Lua, refletindo os raios do Sol para a superfície lunar “...com uma luz muito mais clara e intensa que a enviada por ela a nós, dado que a superfície da Terra é maior que a da Lua.” (GALILEI, 1935: 92). Finalmente, a sétima semelhança é que tanto a Terra quanto a Lua ocultam-se mutuamente, provocando o eclipse lunar e “terrestre”.

Dentre todas as semelhanças, as que Galileu detalha são a primeira e a segunda, as quais pode-se objetar, respectivamente: (a) que a figura lunar, perfeitamente polida, não pode ser semelhante a Terra, rugosa e áspera, e que embora a Lua como a Terra seja opaca, ela não é obscura, pois (b) emite luz própria, o candor lunar, que pode ser percebido nas partes da Lua não iluminadas pelo Sol. O fato da Lua ser lisa e polida, como um espelho, argumento aristotélico, pode ser evidenciado do fato dela refletir a luz solar. Sendo assim, as partes mais escuras que se observam na Lua nada mais são que suas partes opacas. Galileu argumenta que, ao contrário, a Lua não pode ter uma superfície polida como um espelho porque, se assim fosse, refletiria um pequeno e concentrado foco de luz quando, na verdade, sua luz é difusa, i. e., abrangente, e fraca, de modo que é possível observá-la de muitos lugares, distantes um do outro, e constatar que ela tem a mesma intensidade. Para Provar seu raciocínio, Galileu, por meio de Salviati, toma um espelho que coloca contra um muro exposto ao Sol e, assim, efetua a comparação:

“...observai como a reflexão que provém do muro difundi-se para todas as partes e, sem dúvida, a do espelho dirige-se a uma só parte, não maior que o próprio espelho; observai, igualmente, como a superfície do muro vista de qualquer lugar mostra-se sempre clara e igual a si mesma em todas as partes, bem mais clara que o espelho, excetuando aquele pequeno local aonde há o reflexo do espelho, pois ali o espelho aparece bem mais claro que o muro. Dessas experiências sensatas e palpáveis parece-me que rapidamente pode-se chegar ao conhecimento, sobre se a reflexão que vem da Lua, provém como que de um espelho ou de um muro, isto é, se de uma superfície lisa ou bem áspera.”  
(GALILEI, 1935: 97-98)

Contra a experiência descrita acima pode-se objetar, como o faz Simplicio, que os corpos celestes não são planos como o espelho, mas redondos, forma que lhes permite espalhar a luz para todas as partes, ao que Galileu responde estendendo a experiência a um espelho redondo, posto ao Sol, sobre o muro, ao lado do de forma plana. Então, considerando que o espelho fosse de forma esférica, Galileu afirma, agora pela boca de Sagredo, que se observaria “que uma pequeníssima parcela” de toda a luz refletida “chegaria ao olho do observador”. Isso porque os raios de luz refletidos dissipar-se-iam com tal magnitude que o espelho esférico pareceria obscuro. E como os aristotélicos, diz Salviati, nunca concederam aos corpos celestes outra superfície que não a perfeitamente polida, chega-se a conclusão de que, mantidas as exigências aristotélicas, é impossível que os corpos celestes reflitam a luz, tal qual a observamos. Por outro lado, se os aristotélicos estivessem dispostos a conceder a existência de alguma desigualdade na superfície dos corpos celestes, diz Salviati, *“por mínima que essa fosse; eu tomaria sem escrúpulos uma outra maior, pois consistindo tal perfeição em indivisíveis, tanto valeria um fio de cabelo quanto uma montanha.”*  
(GALILEI 1935: 105)

A necessidade que os aristotélicos têm em reafirmar que os corpos celestes são perfeitamente polidos decorre deles serem livres de geração, corruptibilidade, alterabilidade, o que os faz absolutamente perfeitos. Finalizando sua argumentação,

Galileu ataca a ligação feita entre a forma redonda (esférica) e a perfeição, afirmando que se a causa da incorruptibilidade fosse a forma redonda, uma bola de madeira, por exemplo, deveria ser incorruptível, o que não acontece. E se concluirmos que a forma redonda não é a causa da incorruptibilidade, não é necessário aos aristotélicos empreender a defesa de que os corpos perfeitos são necessariamente redondos, pois tivessem a forma que fosse, continuariam incorruptíveis. Além disso, pode-se argumentar que se a forma redonda conferisse incorruptibilidade, todos os corpos seriam redondos, pois gastar-se-iam até adquirir a forma redonda que manteriam eternamente.

“...assim, por exemplo, em um dado há uma bola perfeitamente redonda e, como tal, incorruptível; deduz-se, pois, que os ângulos que a recobrem e escondem são corruptíveis; e que poderia suceder, portanto, que tais ângulos e, por assim dizer, excrecências, corromper-se-ão.” (GALILEI, 1935: 110)

Ademais, não é possível construir, experimentalmente, diz Salviati, uma bola perfeitamente polida, ao passo que é possível construir uma bola rugosa, semelhante à superfície da Lua, na qual seria possível reproduzir os fenômenos lunares. Nesse experimento constatar-se-ia a sombra das rugas mais altas, perceber-se-ia o contorno um pouco irregular da bola e verificar-se-ia, girando-a, que no outro hemisfério encontraríamos as mesmas imperfeições na superfície.

Cabe ainda expor a argumentação de Galileu contra o candor lunar, i. é., a luz tênue que se observa na parte não iluminada da Lua e que, segundo o programa aristotélico, pode ser explicado, sem o menor problema, como sendo luz própria, emitida pela Lua. Visto que Galileu pretende mostrar que a Terra é da mesma natureza que os corpos celestes, é preciso desqualificar a afirmação de que os corpos celestes são luminosos enquanto a Terra é tenebrosa. Galileu afirma que a Lua, por ser obscura e opaca, sendo vista da Terra, mais obscura e opaca que ela, torna-se visível e parece brilhar. A Terra, por seu turno, não parece brilhar porque encontra-se iluminada por um brilho mais intenso que o seu, o do Sol, assim como a Lua durante o

dia não parece brilhar mais que uma simples nuvem, sendo que a noite seu brilho chega a iluminar a Terra:

“Portanto, a vós não foi dado ver a Terra iluminada senão de dia e, sem dúvida, vedes a Lua resplandecer no céu na mais profunda noite; e esta é, Sr. Simplicio, a razão que vos faz crer que a Terra não resplandece como a Lua; pois se vós pudésseis ver a Terra iluminada, e estivesse em um lugar escuro como nossa noite, vê-la-ia mais resplandecente que a Lua...”  
(GALILEI, 1935: 114)

Uma outra prova de que a Lua não tem luz própria vem da observação de que, durante os eclipses totais, a luz da Lua desaparece completamente. A esta altura do Diálogo, após algumas considerações sobre as diferenças entre a Lua e a Terra que não chegam a afetar os argumentos em favor das semelhanças, é encerrada a discussão sobre a Lua.

### ***3 O Método Argumentativo e a Busca da Verdade na Primeira Jornada***

Pode-se perceber, ao longo da exposição galileana dos argumentos da primeira jornada, que a tentativa de desqualificar a divisão de mundo entre céu e terra, imposta pelo aristotelismo, dá-se de duas formas, as quais serão chamadas, respectivamente, de refutação dialética e refutação pela experiência. A primeira delas, que não recorre às observações astronômicas realizadas por Galileu, tem por finalidade enfraquecer, no próprio campo argumentativo adversário, as afirmações tomadas como princípios (de que para cada movimento simples corresponde um elemento simples e que os quatro elementos sublunares são distintos do elemento celeste, o éter<sup>204</sup>). Nessa etapa da primeira jornada, Galileu procura mostrar que esses dois princípios não podem ser admitidos pela ciência, por não poderem ser demonstrados “ao modo dos geômetras”. Na segunda etapa da jornada, a refutação pela experiência, mostra-se que os

---

<sup>204</sup> Vide p. 155

princípios aristotélicos engendram conseqüências que não correspondem à experiência.

Tratar-se-á primeiro da refutação dialética. Nessa etapa Galileu marca sua diferença com o aristotelismo já no primeiro movimento do texto, ou seja, após a afirmação de que o mundo é perfeito e ordenado. Não se trata, contudo, de negar a perfeição do mundo, mas de discordar sobre como esse princípio geral pode ser incorporado pela filosofia natural. Para Galileu, como toda afirmação da ciência essa também tem que ser passível de demonstração, principalmente por servir de ponto de partida para a construção cosmológica, i.e., para que se afirmem outros princípios *a priori*. Galileu acusa o aristotelismo de não ter demonstrado esse princípio, erro que se reflete na argumentação e nas conseqüências que o geocentrismo daí extrai. Galileu, que na construção da cosmologia copernicana, apresentada na primeira jornada<sup>205</sup>, também faz uso desse primeiro princípio, desenvolve uma demonstração geométrica para ele: afirma que o mundo é perfeito por ser constituído de todas as dimensões possíveis, largura, altura e profundidade. Em seguida, demonstra, geometricamente, que de fato as dimensões do mundo não podem ser mais que três, tomando como base a evidência de que, entre as duas linhas simples (curva e reta) a reta é a menor distância entre dois pontos. Feito isso, ao traçar, a partir de um ponto, uma reta, obtém-se a primeira medida e, do mesmo ponto traçada uma outra reta, em ângulo reto com a primeira, obtém-se a segunda medida; finalmente traçando-se a terceira reta a partir do mesmo ponto, em ângulo reto com as duas primeiras, obtém-se a terceira medida:

“Portanto, se vós estabeleceis algum ponto como princípio e termo das medidas e a partir dele traçardes uma linha reta como a determinante da primeira medida (que é a longitude), será necessário que, a que definir a largura, parta em ângulo reto com a primeira, e a que assinala a altura, que é a terceira dimensão, partindo do mesmo ponto, forme também ângulos retos, e não oblíquos, com as outras duas.” (GALILEI, 1935: 37)

---

<sup>205</sup> Vide p. 155

A marca da diferença com Aristóteles nesse momento do texto é o uso da geometria na demonstração de um princípio físico. Galileu não trabalha mais com a divisão aristotélica das ciências para a qual o grau de certeza das ciências matemáticas e das intermediárias, que fazem uso dela, é inferior ao grau de certeza da ciência da natureza. Em Galileu a própria natureza aparece matematizada, como na célebre passagem de *O Ensaíador*<sup>206</sup> que utiliza a metáfora do livro para falar da natureza:

“Parece-me também perceber em Sarsi sólida crença que, para filosofar, seja necessário apoiar-se nas opiniões de algum célebre autor, de tal forma que a nossa mente, quando não concordasse com o discurso de outro, tivesse que permanecer estéril e infecunda; e talvez considere que a filosofia seja um livro e uma fantasia do homem, como a *Ilíada* e *Orlando Furioso*, livros nos quais a coisa menos importante é que o que esteja escrito seja verdadeiro. Sr. Sarsi, a coisa não é assim. A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que está continuamente aberto diante de nossos olhos (eu digo o universo), mas que não se pode compreender se antes não se aprende a entender a língua, e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, e os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem estes meios vagamos inutilmente dentro de um labirinto escuro...” ( *O Ensaíador*: 147-148)

Mas é na segunda etapa da primeira jornada (a refutação pela experiência) que Galileu busca fortalecer sua argumentação contra a divisão aristotélico-ptolomaica do mundo. Inúmeras vezes Galileu afirma que “a experiência deve prevalecer sobre a

---

<sup>206</sup> GALILEI. *O Ensaíador*. Col. Os Pensadores, v. XII. Trad. Pablo Mariconda. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

razão”, deixando clara a força da experiência na primeira jornada, assim como o faz em outros textos, como na *Carta a Fortunio Liceti*:

“Dentre as maneiras seguras de conseguir a verdade está a de antepor a experiência a qualquer discurso, assegurando-nos que nele pelo menos ocultamente não esteja contida a falácia, não sendo possível que uma experiência sensível seja contrária ao verdadeiro: e este é também um preceito estimadíssimo por Aristóteles...” (*Carta a Fortunio Liceti*, de 15 de setembro de 1640)

Contudo não se pode, sob pena de não compreender qual a relação entre as duas etapas argumentativas, interpretar a recorrência à experiência com o mesmo tratamento dado ao método experimental da ciência contemporânea. Ao contrário, a análise do texto da primeira jornada, permite perceber que a experiência aparece no texto com o “*intuito de, ou contradizer um princípio aristotélico, ou reafirmar um princípio copernicano*” (CLAVELIN, 1986, p. 42)<sup>207</sup>. Assim, a experiência aparece com a função de identificar a verdadeira causa do efeito estudado, pelo afastamento de todas as outras causas que possam produzir o mesmo efeito, de modo que reste apenas uma, ou seja, aquilo cuja presença produz efeito e cuja ausência produz a ausência do efeito, isso supondo que se encontre uma causa desse tipo, e Galileu supõe que assim seja, segundo a *demonstratio quia* (CARUGO; CROMBIE, 1983: 28-30)<sup>208</sup>. De acordo com esse método de argumentar, i.e., a *demonstratio quia*, “demonstração de que”, procede-se a partir dos efeitos para concluir de forma necessária a causa.<sup>209</sup> E uma vez aplicado à experiência, obtém-se a “verdadeira”

---

<sup>207</sup> CLAVELIN. A revolução galileana: revolução metodológica ou Teórica? In: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*. Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, n. 9, 1986.

<sup>208</sup> CARUGO; CROMBIE. The jesuits and Galileo's ideas of science and nature. *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*. 8,2, 1983.

<sup>209</sup> A polêmica de Galileu com os aristotélicos de seu tempo não o impede de estabelecer um diálogo com a lógica de Aristóteles e de buscar uma continuidade entre esta e a matemática, como na carta a Liceti já citada: “*Eu estimo que ser verdadeiramente peripatético, i.e., aristotélico, consiste primeiramente em filosofar segundo os ensinamentos de Aristóteles, procedendo com aqueles métodos e suposições verdadeiras e princípios com os quais o discurso científico é fundamentado [...]* Entre estas suposições está tudo aquilo que Aristóteles nos ensina em sua *Dialética sobre estar atento para fugir das falácias do discurso*,

causa dos fenômenos, como conclusão necessária, do resultado das experiências realizadas:

“Digo portanto que se a causa primeira de um dado efeito é única, e se existe uma conexão firme e constante, é então necessário que sempre que ocorra a alteração firme e constante no efeito, haja alteração firme e constante na causa.” (GALILEI, 1935: 471)<sup>210</sup>

Como diz Clavelin:

“A originalidade de Galileu consistiu em transportar esse procedimento [*a demonstratio quia*] ao novo domínio que acabara de criar e, portanto, em crer — como se acreditava tradicionalmente para a demonstração *a posteriori* dos princípios — que ela lhe permitiria estabelecer a plena verdade de sua própria teoria.” (CLAVELIN, 1986: 43)

Procedendo dessa forma na primeira jornada, ou seja, aplicando o procedimento da *demonstratio quia* à experiência, Galileu dá força às refutações *a posteriori* contra os argumentos aristotélicos. Assim, as novas observações astronômicas, realizadas com o auxílio do telescópio — a observação das manchas solares, do relevo e do candor lunar — assumem no texto galileano o principal papel de, por um lado, negar o princípio que os corpos celestes são perfeitos, e, conseqüentemente, por outro lado, afirmar a não existência de distinção entre o céu e a Terra. Para isso utiliza-se a seguinte linha de raciocínio: se, por terem movimento circular, os corpos celestes são perfeitos (i.e., não se alterem), então a mínima alteração que se observe implica na desqualificação do princípio a partir do qual se deriva que eles são perfeitos; uma vez que isso ocorra, as conseqüências extraídas da perfeição dos corpos celestes está comprometida; se os corpos celestes não são

---

*encaminhando-o e adestrando-o para o bom silogismo e para deduzir das premissas a conclusão necessária”* (apud GEYMONAT, 1997: 327).

perfeitos pode-se alegar semelhança com a Terra, tanto com relação à composição quanto com relação ao movimento natural.

Segundo o texto da primeira jornada, não só os argumentos do programa aristotélico não encontram-se mais, *a priori*, em posição de vantagem com relação ao programa copernicano como, além disso, tem que se haver, agora, com a exposição pública de suas deficiências. Com alguma licença poder-se-ia dizer que, findo o primeiro dia, eis, pois, que o terreno encontra-se preparado para que, durante longos três dias, construam-se sobre ele as bases de sustentação de uma nova cosmologia e de uma nova ciência matematizada.

Uma questão que permanece e da qual cabe aqui apenas apontar é a de que as refutações pela experiência dependem do uso do telescópio. Elas são a principal argumento de Galileu e do *Diálogo* para a adoção “racional” (segundo os termos de Lakatos) do copernicanismo. Feyerabend, em um de seus argumentos sobre a questão do telescópio<sup>211</sup>, ressalta que os pressupostos do copernicanismo contrariam o senso comum e que, antes das observações de Galileu, os astrônomos, dentre eles Copérnico, não tinha outra alternativa senão crer em seu programa de investigação científica, como é possível verificar em Galileu: “...*eles* [os copernicanos] *confiavam no que a razão lhes ditava*”, e também na passagem seguinte “... *tomando a razão como guia, ele* [Copérnico] *continuou resolutamente a afirmar o que a experiência sensível parecia contradizer*”; também parece confirmar a contradição da teoria e das observações de senso comum a conhecida passagem

“Não posso dominar meu assombro ao vê-lo constantemente inclinado a persistir em afirmar que Vênus talvez gire em torno do Sol e talvez esteja, em certas ocasiões, sessenta vezes mais próxima de nós do que em outras ocasiões, continuando a ter

---

<sup>210</sup> Quarta Jornada.

<sup>211</sup> Não se pretende abordar o conjunto dos argumentos de Feyerabend sobre o uso do telescópio posto que tal argumentação dirige-se, especialmente a publicação do *Sidereus nuncius*. Combate-se aqui não Feyerabend mas a vulgarização da idéia de que o *Diálogo* é

sempre o mesmo aspecto, quando deveria parecer quarenta vezes maior.” (Das notas preparatórias à carta à Grã-Duquesa Cristina de Lorena)<sup>212</sup>

A principal dificuldade do copernicanismo estava em que o movimento de Vênus, uma vez que orbite ao redor do Sol, deve ter no diâmetro do disco visível, em relação ao observador localizado na superfície da Terra, uma variação de tamanho tal que a diferença entre a posição mais afastada e mais próxima do planeta deve ser equivalente ao diâmetro do círculo que descreve. Quando Vênus está próxima do Sol, seu disco visível deveria ser aproximadamente quarenta vezes maior que quando encontra-se na posição mais afastada<sup>213</sup>. O problema da adequação do programa copernicano à observação dos planetas, para Feyerabend não é solucionado pelo uso do telescópio por Galileu, cujos resultados aparecem no *Sidereus nuncius*, publicado em 12 de março de 1610 (escrito em latim por ser voltado a especialistas).

Feyerabend alerta para o fato de que Galileu não possuía uma teoria ótica capaz de sustentar suas observações telescópicas: “*no caso do telescópio não foi a matemática, e sim experiência que levou Galileu a uma serena fé na fidelidade de seu instrumento.*” Por esse motivo, Feyerabend aponta para uma compreensão do uso do telescópio também como instrumento de propaganda do copernicanismo: o uso do telescópio apontaria para uma separação em Galileu entre rigor da matemática da nova ciência e a observação. De fato, o *Sidereus nuncius* ajudou a propagar o copernicanismo e mesmo nos países mais distantes da Itália a novidade era comentada e seu autor ganhava fama, como atesta a carta do polonês Cristóforo, Duque de Zabaraz, enviada a Galileu dia 18 de março de 1612:

“As suas brilhantíssimas Estrelas Medicianas chegaram até mesmo àquela friíssima zona da Moscóvia. Um amigo havia

---

uma obra de “propaganda”, e por isso mesmo, o que é equivocado, trata-se de um texto menor.

<sup>212</sup> GALILEI. *Opere*, V. apud Feyerabend, 1986: 155.

mandado da Itália o seu libreto, observação verdadeiramente digna de um tão raro engenho. Não terá Ptolomeu a glória de ter possuído toda esta doutrina: a nossa idade será, em comparação com a antiga, assim celebrada por todos. Eu [...] me alegro muito de que seu nome à imortalidade seja consagrado, e por todos honrado e admirado” (apud GEYMONAT, 1997: 54)

Mas, se as observações telescópicas projetaram o copernicanismo para além do mundo acadêmico, no círculo dos especialistas trouxe desconfiças baseadas em duas objeções: (a) o problema da distorção das imagens pelas lentes e (b) a falta de uma garantia matemática para as observações. Sobre a distorção das lentes, Galileu argumenta que se nenhuma das imagens vistas pelo telescópio tenham uma correspondência com a realidade, então também nada garante que o olho humano não distorça as imagens obtidas da natureza:

“Além disso, quem dirá que o lume dos Planetas Mediceos não chega à Terra? Queremos ainda fazer de nossos olhos a medida da expansão de todas as luzes de maneira que onde a nós não se fazem sensíveis as espécies de objetos luminosos, lá devemos afirmar que a luz deles não chega? Talvez as águias e os lincees vejam tais estrelas que, à vista nossa, permanecem ocultos” (apud GEYMONAT, 1997: 58).

Trata-se de uma denúncia do “...*absurdo de fazer de nossos olhos um critério absoluto para a existência do real*” (GEYMONAT, 1997: 58). Sobre esta perspectiva, a “crença” de Galileu no telescópio tem tanto valor quanto a “descrença”: a atitude frente ao telescópio pode ser explicada no contexto da racionalidade interna a cada um dos programas em disputa, copernicano e aristotélico, não é, portanto, desarrazoada ou mera propaganda, como na perspectiva de Feyerabend. Sobre a falta de garantia matemática nas observações, pode-se argumentar como Geymonat, que...

---

<sup>213</sup> Sobre o problema da magnitude dos planetas, vide Apêndice I ao Capítulo IX de Feyerabend (1986). Sobre o telescópio, DRAKE, S. Galileo's first telescope at Padua and

“...Galileu teve que superar algumas dificuldades gravíssimas — graves sobretudo do ponto de vista psicológico — mas que ele superou não com um apelo à fé ou ao próprio temperamento entusiástico, e sim com um raciocínio sério e ponderado. O seu não foi um raciocínio matemático como aquele que Kepler, que conhecia as leis da ótica, poderia ter desenvolvido; foi, no entanto, um ato igualmente racional (pelo menos do ponto de vista de Galileu) porque baseado em milhares e milhares de observações de objetos terrenos (em relação aos quais a veracidade da luneta poderia ser experimentalmente controlada) e na extensão desta veracidade também aos casos em que tal controle se tornava impossível” (1997: 65).

O novo comportamento de Galileu é característico da nova ciência, experimental, e deve ser compreendido como parte integrante da heurística do novo programa. Sob essa perspectiva, no que concerne ao programa copernicano, trata-se de uma atitude racional. A questão inerente ao uso do telescópio não é, portanto, saber se se tratou apenas de propaganda, mas da compreensão do confronto entre um programa e outro, entre a “racionalidade aristotélica” que compreende o telescópio como instrumento de propaganda e a “racionalidade copernicana” que o compreende como extensão dos sentidos.

## Considerações Finais

O itinerário dessa dissertação refaz, em grande medida, o movimento da filosofia da ciência de Lakatos ao tratar o problema da mudança científica a partir das noções de razão e progresso; movimento que, ao apontar para uma metodologia, abre a perspectiva do abandono de ambas noções. Lakatos escreve uma história da filosofia da ciência, que se inicia no embate entre o empirismo lógico e Popper. De um lado, no empirismo lógico, há a noção de confirmação de teorias científicas por meio de um regra decisiva de avaliação: as teorias (hipóteses) são aceitas como partes da ciência se e somente se forem fortemente confirmadas, i.e., estiverem em acordo com os fatos observados<sup>214</sup>. De outro lado, Popper altera o critério empiricista de aceitação e escolha entre teorias competidoras, ao argumentar que nenhuma confirmação pode mostrar que uma proposição universal da ciência (teoria) é verdadeira, embora um tipo específico de “não-confirmação” (teste crucial) possa mostrar que uma proposição universal da ciência é falsa. Para Lakatos, Popper tem o papel, na história da filosofia da ciência, de mostrar que não há possibilidade de sustentar um princípio de indução ou uma lógica indutiva. Embora qualquer inferência extraída de uma teoria científica possa ser legitimada, segundo Popper, dado seu grau de falseabilidade pelo *modus tollens* (teste crucial da teoria). Se a teoria não apresenta nenhuma inconsistência no teste, isto não significa que ela está definitivamente confirmada, mas que momentaneamente, até que seja falseada e substituída, a teoria deve ser mantida. Em Popper, a avaliação de teorias pode ser compreendida como uma discussão crítica da teoria com respeito a sua capacidade para resolver problemas, embora, a avaliação se faça sempre voltada para o passado e não para performance

---

<sup>214</sup> De modo mais preciso, “na sofisticada proposta de Carnap-Hempel, a confirmação tem a forma de uma confrontação entre as teorias em questão (hipóteses) e os dados de observação, i.e., as proposições que nós tomamos como evidência.” (AVGELIS, N. Lakatos on the evaluation of scientific theories. in: GAVROGLU; GOUDAROULIS; NICOLACOPOULOS (eds.) *Imre Lakatos and theories of scientific change*. Boston Studies in The Philosophy of Science, v. 111. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989. p. 157)

futura da teoria: uma teoria é provisoriamente mantida como parte do conhecimento científico pela resposta que dá ao seu teste crucial (se aprovada, continua a fazer parte da ciência, se falseada, deve ser imediatamente abandonada; a avaliação nada diz a respeito do comportamento futuro da teoria). Mas, se a metodologia de Popper apenas avalia a performance passada das teorias e não de suas implicações futuras, como escolher e sustentar uma teoria em detrimento de outra? Para Lakatos, essa questão coloca a filosofia da ciência em um dilema: A única forma de garantir a escolha entre uma e outra teoria é fundar um método que permita a confirmação e a avaliação; como a confirmação de teorias está assentada no princípio de indução e na lógica indutiva invalidados pela crítica de Popper, é possível que a metodologia da ciência não possa servir de guia para o agir científico. O dilema está em que há necessidade de uma argumentação indutiva para estabilizar a relação entre confirmação e aproximação da verdade de modo a, com isso, justificar a avaliação e escolha de teorias a partir de um suporte empírico; mas isso implicaria no abandono da maior conquista de Popper para a metodologia, segundo Lakatos, a crítica a indução.

Com o abandono do princípio de indução e da lógica indutiva, não há linguagem observacional que preserve seu conteúdo empírico. Na visão de Lakatos, coube a Feyerabend levar ao extremo esta posição, afirmando que teorias são independentes da observação, que proposições de observação só tem significado se conectadas a teorias e, portanto, são as proposições de observação que necessitam de interpretação não as teorias. Mesmo Popper compreendia que os enunciados básicos (proposições de observação) deveriam ser interpretados a partir de teorias e, embora não pudessem ser verificados nem falseados pela experiência, são hipóteses. Há uma rejeição da distinção entre observacional e teórico, o que leva a questão sobre a possibilidade de efetivar testes de teorias, uma vez que todo conhecimento científico, das teorias aos enunciados básicos, é hipotético. Popper argumenta que o teste de teorias ainda assim é possível se se assume, por convenção, i.e., sem nenhum fundamento científico, que certos enunciados básicos são “verdadeiros”. Mas, nesse caso, o que conta como evidência científica depende, em última instância, do consenso da comunidade de cientistas.

Contra Popper, Lakatos levanta três tipos de objeções. Primeiro, que qualquer conflito entre uma teoria e uma proposição de observação apenas indica que há alguma coisa errada com o sistema teórico no qual as proposições estão inseridas, como consequência, nenhuma hipótese isolada pode ser falseada. Em última instância, “experimentos cruciais” não podem decidir em um momento de competição de teorias: “*nós não podemos aprender com nossos erros*” (LAKATOS, 1984<sup>o</sup>: 213)<sup>215</sup>. Segundo, no caso de conflito de teoria e proposição de observação, uma modificação no cinturão de hipóteses auxiliares é mais razoável que o imediato e irreversível abandono da teoria, na condição de que o programa de pesquisa científica da qual a teoria faça parte não degenera por causa da mudança. De acordo com Lakatos, teste não contrapõe teoria a experimento, mas teorias rivais em disputa a experimento. Terceiro, o falseamento não é condição necessária para a eliminação de teorias. A história da ciência mostra que teorias, mesmo degeneradas, são mantidas pela comunidade científica: não há falseamento antes do surgimento de um programa que possa tomar o lugar do programa degenerado.

Mesmo Popper acabou por admitir que a experiência não pode falsear uma teoria científica de modo crucial o que, diz Lakatos, foi a base para o desenvolvimento de sua da filosofia da ciência e mesmo a de Feyerabend. Se um dado da experiência for necessariamente interpretado por teorias já existentes, então o falseamento de uma teoria tem sentido somente à luz de uma teoria rival, a partir do momento em que, do ponto de vista da teoria rival, o dado pode ser visto como uma contra-evidência. Lakatos sugere que se compreenda a teoria T como falseada somente se uma teoria rival T<sup>1</sup> fizer novas predições, algumas das quais venham a ser confirmadas. Em desacordo com Popper, Lakatos considera como condição necessária para a aceitação de uma teoria não o seu falseamento, mas sua confirmação (pelo fato novo), de forma que nenhuma teoria possa ser abandonada, senão em favor de uma melhor. Mas se a elaboração de teorias rivais é um pressuposto fundamental para o

---

<sup>215</sup> LAKATOS. Anomalies versus “crucial experiments”. in: *Mathematics, science and epistemology; Philosophical Pappers*. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1984<sup>o</sup>.

falseamento de uma teoria, então o pluralismo no uso de teorias científicas deveria ser a política básica na busca pelo conhecimento, como propõe Feyerabend:

“Invente e elabore teorias que são inconsistentes com o ponto de vista aceito, mesmo se mais tarde acontecer dessas teorias serem confirmadas e aceitas pela comunidade científica em geral” (FEYERABEND, 1965: 223-4)<sup>216</sup>.

Feyerabend não prescreve guias ou regras para o processo de proliferação de teorias, mas Lakatos, em um primeiro momento, tenta fazê-lo: substitui o processo de proliferação pelos programas de investigação, com procedimentos heurísticos positivos para servirem de guia para a alteração dos programas. A definição por programas de investigação altera o problema da avaliação de teorias isoladas para compreendê-lo a partir de séries de teorias interrelacionadas. Como critério de demarcação, permanece uma posição popperiana: o caráter empírico das teorias é determinado pelo confronto do programa de pesquisa a que pertencem com as proposições empíricas aceitas como a base testável da ciência, determinada por consenso da comunidade de cientistas — mas necessariamente no contexto em que teorias são mediadas pela base empírica da ciência na disputa com teorias rivais. Nessa nova dimensão histórica da noção de teoria científica, os critérios empregados para a avaliação de teorias passam a ser o principal problema da filosofia da ciência. Nesse primeiro momento, Lakatos propõe um critério de progresso para ser considerado como critério de validação de teorias científicas. Progresso que deve ser sempre decidido com respeito a alguns enunciados básicos aceitos por consenso.

Ao insistir na noção de progresso, ressurge a questão sobre qual a evidência que se pode utilizar para garantir que uma teoria se aproxima mais da verdade que outra. No jogo convencional da ciência de Popper e de Lakatos, não há possibilidade de obter qualquer evidência sobre o progresso. Popper, em *Conhecimento Objetivo*, já admite essa impossibilidade: “*Nenhuma teoria do conhecimento consegue explicar*

---

<sup>216</sup> FEYERABEND. Reply to criticism. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 1965.

*porque nós somos bem sucedidos em nossa busca por explicar as coisas.*” Neste ponto, Lakatos retorna ao dilema popperiano: *“somente um princípio indutivo pode retirar a ciência da condição de um mero jogo...”* (LAKATOS, 19: 156). No entanto, a crítica popperiana afasta a possibilidade da adoção de um princípio de indução. Não há, para Lakatos, maneira de resolver o dilema, e a metodologia dos programas de investigação científica parece estar dedicada a reconstrução do passado da ciência e a estrutura composta por um núcleo duro, hipóteses auxiliares e heurística revela-se, apenas, como uma forma de compreender a história das mudanças científicas, sem a capacidade de prescrever nada à comunidade científica. Este é o segundo momento da filosofia de Lakatos, colocar em relevo a história da ciência.

É possível alegar que o desenvolvimento desse trabalho pautou por um gradual afastamento da compreensão da filosofia da ciência enquanto disciplina autônoma competente para propor à ciência métodos de descoberta e justificação de teorias científicas e passar a compreendê-la como uma não-resolvida proponente de métodos de reconstrução histórica: o caminho trilhado parece revelar que Lakatos não resolve o problema do abandono do princípio de indução na filosofia da ciência dissolvendo-o na história da ciência. Além desse caminho não se apresentar como solução para a filosofia da ciência, acarreta um ônus à história da ciência: a elaboração de uma reconstrução “racional” dos períodos de mudança científica que transmite, para o historiador da ciência, a necessidade de um tratamento sistemático das noções de racionalidade e progresso, da separação entre o que é ciência e o que não é. Assim, emerge das questões discutidas, a partir de Lakatos, um historiador-filósofo, responsável por desvelar a estrutura subjacente a ciência a partir da sua reconstrução histórica. Por fim, a discussão sobre o estudo de caso de Lakatos da revolução copernicana aponta para o tratamento das noções de racionalidade, progresso e demarcação como sendo produzidas e diferenciadas no interior de cada programa de pesquisa científica, a saber, o aristotélico-ptolomaico e o copernicano-galileano. Assim compreendida, a metodologia de Lakatos ainda guarda uma distinção para com o “irracionalismo”: a persistência em uma unidade mínima de significação que identifica a atividade científica — da qual o programa de investigação científica — é um apenas um indício para além de qualquer período histórico.

## Referência Bibliográfica

- AGASSI. *Towards in historiography of science*. Boston: *Boston Studies*, 1979.
- ALIGHIERI, Dante. *Divina Commedia*. Roma: TEM, 1993.
- ARISTOTLE. *Metaphysics*. Trad. David Ross. Great books of the western world. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. v. 8.
- \_\_\_\_\_. *On the heavens*. Trad. J L Stocks. Great books of the western world. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. v. 8.
- \_\_\_\_\_. *On the heavens*. Trad. J. L. Stocks. in: BARNES, J. *The complete works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1995. v. II.
- \_\_\_\_\_. *Physics*. Trad. David Ross. in: BARNES, J. *The complete works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1995. v. II.
- \_\_\_\_\_. *Physics*. Trad. W.K.C. Guthrie. Loeb Classical Library. Cambridge: Harvard Press University, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Posterior analytics*. Trad. J. Barns. in *The complete works*. Princeton: University Press, 1995. v. 1
- AVGELIS, N. Lakatos on the evaluation of scientific theories. in: GAVROGLU; GOUDAROULIS; NICOLACOPOULOS (eds.) *Imre Lakatos and theories of scientific change*. Boston Studies in The Philosophy of Science, v. 111. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989.
- AYER, A. J. (ed.). *Logical positivism*. Chicago: The Free Press of Glencoe, 1959.
- CARUGO; CROMBIE. The jesuits and Galileo's ideas of science and nature. *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*. 8,2, 1983.
- CLAVELIN, M. *La philosophie naturelle de Galilée; Essai sur les origines et la formation de la mécanique classique*. Paris: Armand Colin, 1968.
- \_\_\_\_\_. *Le Dialogue ou la conversion rationnelle; à propos de la première journée*. Estratto da *Novità Celesti e crisi del sapere; Atti del convegno internazionale di studi galileiani. Supplemento agli Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza*. Fascicolo 2. 1983.

\_\_\_\_\_. A revolução galileiana: revolução metodológica ou Teórica? *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*. Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, n. 9, 1986.

COHEN, M R, DRABKIN, I E. *A source book of greek science*. Cambridge: Harvard University Press, 1966.

COPÉRNICO. *As revoluções dos orbes celestes*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

CORNFORD, F M. *Plato's cosmology. The Timaeus of Plato translated with a running commentary*. London: Routledge & Kegan Paul, 1948.

CROMBIE, A. C. Mathematics and platonism in the Sixteenth-Century Italian Universities and in Jesuit Educational Policy. in: HARTNER; MAEYAMA; SALTZER (eds.). *Prismata: Naturwissenschaftsgeschichtliche Studien*. Wiesbaden: Verlag, 1977. p. 63-94.

CUPANI, A. A filosofia da ciência de Larry Laudan e a crítica do "Positivismo", *Manuscrito*, XVII (1), Campinas, Abril, 1994.

DIOGENES LAERTIUS. *Lives of eminent philosophers*. Trans. By R D Hicks. Loeb Classical Library. Cambridge: Harvard University Press, 1972.

DRAKE, S. *Galileo at work: His scientific biography*. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

\_\_\_\_\_. Galileo's first telescope at Padua and Venice. *Isis*, set. 1950, p. 245-54.

DREYER, J L. *A history of astronomy from Thales to Kepler*. New York: Dover, 1953.

DUHEM, P. *Le système du monde; histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Paris: Hermann, 1988.

\_\_\_\_\_. *Medieval cosmology; theories of infinity, place, time, void, and the plurality of worlds*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.

\_\_\_\_\_. Salvar os fenômenos: ensaio sobre a noção de teoria física de Platão a Galileu. Trad. R A Martins. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, Ed. do CLE, suplemento 3, 1984.

\_\_\_\_\_. *La théorie physique; son object - sa structure*. Reproduction fac-similé. Paris, Vrin, 1989.

DUTRA, L. A diferença entre as filosofias de Carnap e Popper. in: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 3, 1 (1), jan. - jun., 1991, p. 7-31.

- ÉVORA, F. *A revolução copernicano-galileana; I astronomia e cosmologia pré-galileana*. Campinas: CLE/Unicamp, 1993. 2 v.
- FEYERABEND. *Contra o método*. São Paulo: Francisco Alves, 1989.
- \_\_\_\_\_. Reply to criticism. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 1965.
- \_\_\_\_\_. Imre Lakatos. *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 26, n. 1, março de 1975.
- FINOCCHIARO, M.A. *The affair Galileo*. Berkeley: University of California Press, 1989.
- GALILEI. *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo; Tolomaico e Copernicano*. Collezione Salani. Edizione Fiorentina, 1935. Reimpressão do texto estabelecido por FAVARO. *Opere*. Edizione Nazionale, 1890-1909.
- \_\_\_\_\_. *Dialogo sobre los sistemas máximos*. Trad. J. M. Revuelta. Buenos Aires: Aguilar, 1975.
- \_\_\_\_\_. *Dialogue Concerning the two world systems*. Translated by Stillman Drake. Berkeley: University of California Press, 1967.
- \_\_\_\_\_. *Ciência e fé; cartas de Galileu sobre a questão religiosa*. Trad. Carlos A. R. Nascimento. São Paulo: Nova Stella, 1988.
- \_\_\_\_\_. *O Ensaíador*. Trad. Pablo Mariconda. São Paulo: Abril Cultural, 1973.
- GEYMONAT, L. *Galileu Galilei*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira: 1997.
- \_\_\_\_\_. *Galileu Galilei*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 1969.
- HACKING, I. Imre Lakatos's philosophy of science. *The British journal for the Philosophy of Science*, v. 30, 1979, p. 381-402.
- HEATH, T. *Aristarchus of Samos; the ancient Copernicus*. New York: Dover, 1981.
- HUME. *Treatise of human nature*. Analytical index SELBY-BIGGE, text revised and notes NIDDITCH. Oxford: Clarendon Press, 1978.
- KOYRÉ, A. *Estudos galilaicos*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Études galiléennes*. Paris: Hermann, 1966.
- KUHN, T. *The copernican revolution*. Harvard: Harvard University Press, 1957.

\_\_\_\_\_. Notas sobre Lakatos. in: LAKATOS & MUSGRAVE (eds.) *La critica y el desarrollo del conocimiento - Actas del coloquio internacional de filosofia de la ciencia - 1965*. Barcelona: Ediciones Grijalbo, 1975.

\_\_\_\_\_. The function of dogma in scientific research. in: CROMBIE, A. (ed.) *Scientific change*. London: Heinemann, 1961 et in: CROMBIE (ed.) *Scientific Change*. Londres: Heinemann 1963

\_\_\_\_\_. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1992.

LAKATOS, I.; ZAHAR, E. Why did Copernicus's research programme supersede Ptolomy's? in: *The methodology of scientific research programmes; Philosophical Pappers* Ed. J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1984. p. 168 - 192)

LAKATOS, I. The falsification and the methodology of scientific research programmes. in: *The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers*. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1984<sup>b</sup>. p. 8 - 101

\_\_\_\_\_. History of science and its rational reconstructions. in: *The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers*. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1984<sup>a</sup>. p. 102 - 138.

\_\_\_\_\_. Anomalies versus "crucial experiments". in: *Mathematics, science and epistemology; Philosophical Pappers*. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1984<sup>c</sup>.

\_\_\_\_\_. Popper on demarcation and induction. in: *The methodology of scientific research programmes; Philosophical Papers*. Edited by J. Worrall and G. Currie. Vol. 1. Cambridge: University Press, 1984<sup>d</sup>.

LAUDAN, L; DONAVAN, A; LAUDAN, R. et al. Mudança científica: modelos filosóficos e pesquisa histórica. *Estudos Avançados*, v. 7, n. 19, 1993. Trad. Caetano E. Plastino. Publicação original: *Scientific change: philosophical models and historical research*. *Synthese*, n. 69, 1986, p. 141-223.

LAUDAN. *Progress and its problems: toward a theory of scientific growth*. Berkeley: University of California Press, 1977.

\_\_\_\_\_. Historical methodologies: an overview and manifesto. in: ASQUITH; KYBURG (org.). *Current research in philosophy of science*. East Lansing: Philosophy of Science Association, 1979.

\_\_\_\_\_. *Science and hypothesis. Historical essays on scientific methodology*. Boston: Reidel, 1981.

- LITT, Thomas. *Les corps célestes dans l'univers de saint Thomas d'Aquin*, Paris: Béatrice-Nauwelaerts, 1963
- MARIE, M M. *Histoire des sciences mathématiques et physiques*. (Primeira ed.: Paris: Gauthier-Villars, 1883) Liechtenstein: Kraus Reprint, 1977.
- NASCIMENTO, C. *De Tomás de Aquino a Galileu*. Campinas: IFCH/Unicamp, 1995.
- \_\_\_\_\_. Para ler Galileu Galilei; Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo. São Paulo: Nova Stella, Educ, 1990.
- NICKLES, T. Lakatosian heuristics and epistemic support, *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 38, n. 2, junho, 1987.
- PLATO. *The republic*. Trad. B Jowett. Great books of the western world. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. V. 7.
- \_\_\_\_\_. *Timaeus*. Trad. B Jowett. Great books of the western world. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. V. 7.
- PASQUINELLI, A. Carnap e o positivismo lógico. Lisboa: Edições 70, 1983.
- PITT, J.C. Galileo and rationality: the case of the tides. in *Rational changes in science; Essays on scientific reasoning*. Boston Studies in The Philosophy of Science, v. 98. Dordrecht/Boston: D. Reidel Publishing Company, 1987.
- POLANYI. The tacit dimension. London: Routledge and Kegan Paul, 1966.
- POPPER, K. *Conjecturas e Refutações*. Brasília: UnB, 1994.
- \_\_\_\_\_. *Conjecture and refutations*. 1967.
- \_\_\_\_\_. *Lógica da descoberta científica*. São Paulo: Ed. Cultrix, 1972.
- \_\_\_\_\_. *Objective knowledge*. Oxford: University Press, 1979.
- SZABÓ, A & MAULA, E. *Les débuts de l'astronomie de la géographie et de la trigonometrie chez les grecs*. Trad. par M. Federspiel. Paris: Vrin, 1986.
- THOMASON, N. Could Lakatos evaluate the Copernican Research Programme?, *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 43, n. 2, junho de 1992.
- TONQUÉDEC, Joseph de. *Questions de cosmologie et de physique chez Aristote et Saint Thomas*. Paris: Vrin, 1950.
- VLASTOS, G. *O universo de Platão*. Trad. Maria L M S Coroa. Brasília: UnB, 1987

WALLACE, W. Galileo and his sources; the heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science. Princeton: Princeton University Press, 1984.

\_\_\_\_\_. Galileo Galilei and the *Doctores Pariseienses*. in BUTTS; PITT (eds.). *New perspectives on Galileo*. Dordrecht: D. Reidel.

\_\_\_\_\_. Galileo and the professors of the Colegio Romano at the end of the Sixteenth Century. in: *Galileo Galilei: toward a resolution of 350 years of debate*. Pittsburgh: Duquesne University Press, 1983.

WEYL. *Philosophy of mathematics and natural science*. Princeton: Princeton University Press, 1949.

## Índice Remissivo

### A

- Accademia dei Lincei..... 135
- Alegoria do Julgamento (Popper/Lakatos)34,  
35, 41, 76
- Alto e baixo ..... 156
- Anomalia..... 35, 36, 84, 92, 103
- Apolônio..... 97, 102
- Argumento da autoridade ..... 153
- Argumento dos contrários ..... 165
- Aristarco de Samos ..... 98
- Aristóteles92, 97, 114, 121, 123, 124, 127,  
133, 140, 142, 146, 148, 151, 154, 156, 157,  
158, 159, 161, 162, 163, 164, 167, 175, 176
- Astronomia10, 17, 18, 80, 89, 91, 92, 93, 102,  
103, 104, 110, 112, 113, 114, 116, 117, 127,  
131, 134, 138, 139, 140, 141, 147, 149, 150,  
189
- Avaliação13, 15, 16, 19, 20, 21, 39, 40, 41, 42,  
43, 59, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79,  
90, 95, 100, 105, 182, 185
- critérios de..... 70
- possibilidade de..... 74
- problema da..... 78
- programas de investigação historiográfica75
- teoria de ..... 71

### B

- Base empírica da Ciência22, 30, 31, 35, 36, 38,  
40, 41, 49, 51, 81, 94, 95, 96, 100, 185
- Belarmino..... 82
- Brilho dos planetas, variação de ..... 97, 102
- Bunge, M..... 11

### C

- Campanella..... 136
- Carbone, Ludovicus..... 140
- Carnap, R..... 9, 10, 11, 12, 188, 191
- Castelli, Benedetto..... 136, 152
- Centro do universo ..... 80, 89, 96, 97, 103, 121
- Cesarini, Virginio..... 135
- Cesi, Frederico ..... 132, 135
- Ciência normal ..... 14
- Ciências Intermediárias138, 139, 140, 142,  
144, 146, 147, 148, 150, 152
- Círculo de Viena ..... 9, 11
- Círculo do Mesmo e do Outro..... 119
- Clavelin, M. 153, 157, 159, 161, 162, 163, 177
- Clavius, Christopher..... 141, 142
- Colégio Romano..... 140, 142
- Companhia de Jesus..... 140, 142
- Comte, A..... 9
- Conhecimento objetivo..... 68
- Consenso..... 75, 76, 105, 106, 155, 183, 185
- Convencionalismo..... 23, 27, 28, 36, 67, 68
- Copérnico15, 17, 18, 43, 44, 80, 81, 82, 83, 84,  
85, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99,  
100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 129,  
130, 133, 137, 152, 178
- Corpos celestes114, 124, 150, 155, 156, 159,  
161, 165, 166, 171, 172, 177
- Corpos sensíveis..... 159
- Corroboração..... 26, 37, 38
- Crescimento empírico..... 39, 40
- Cristina de Lorena (carta à)..... 179
- Crítério de demarcação ..... 11, 23, 72, 185
- Crombie, A..... 91

<b>D</b>	
De revolutionibus.....	100, 103, 104, 152
Decisão ..	28, 31, 34, 35, 39, 40, 41, 47, 67, 126
Deferentes.....	103
Demarcacionismo .....	42
Demonstração geométrica .....	162, 163, 174
<i>Demonstratio quia</i> .....	176, 177
Diálogo sobre os dois máximos...	
característica de propaganda .....	132
caráter pedagógico .....	132
caráter polêmico .....	131
língua vulgar .....	131
obra histórica.....	132
Diógenes Laércio .....	120
Dogmatismo .....	31
Domingo de Soto .....	140
Drake, S.....	138, 189
Duhem, Pierre9, 23, 26, 63, 82, 88, 112, 113,	
114, 122, 123, 124, 127, 128	
<b>E</b>	
Eclíptica .....	92, 98, 102, 103, 115, 119
Édito Saudável.....	152, 154
Educação jesuítica <i>Consulte</i> Companhia de	
Jesus	
Egidi, Clemente .....	136
Elite científica.....	18, 92, 93, 105, 106
Enunciado singular.....	26, 38, 40, 66
Enunciados Básicos22, 28, 29, 30, 31, 32, 33,	
35, 38, 40, 41, 49, 50, 52, 63, 183, 185	
Equantes .....	88, 98
Equinócio .....	92
equivalência empírica <i>Consulte</i> Equivalência	
observacional	
Equivalência observacional .....	87
Esferas homocêntricas114, 115, 121, 122, 124,	
127	
Estrutura mínima da ciência19, 43, 44, 48, 59,	
75	
Éter.....	158, 159, 166, 173
Eudóxo97, 114, 115, 120, 121, 122, 123, 124,	
127	
Excêntricos.....	83, 88, 102, 126, 127, 147
Experimentos .....	39, 56, 62, 84, 184
Explicação psicologista.....	29
<b>F</b>	
Falsacionismo dogmático.....	22
Falsacionismo ingênuo .....	51, 59, 84, 107
Falsacionismo metodológico23, 25, 26, 39, 42,	
45, 62, 84	
Falseador potencial.....	84
Fases de Vênus.....	84, 85, 99
Fato histórico.....	63, 88
Fato novo26, 37, 38, 39, 49, 100, 101, 102,	
103, 104, 105, 129, 184	
Fé 92, 152, 179, 181, 189	
Fernando II.....	137
Feyerabend, Paul12, 17, 18, 20, 22, 25, 55, 58,	
59, 81, 90, 93, 95, 105, 106, 107, 109, 110,	
129, 130, 131, 132, 134, 178, 179, 180, 183,	
184, 185	
Fries, J. F. (trilema de).....	31
fundacionismo .....	52
<b>G</b>	
Galileu Galilei10, 11, 13, 16, 18, 64, 65, 84,	
88, 94, 99, 101, 107, 109, 110, 112, 129,	
130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138,	
139, 140, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 154,	
156, 157, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168,	
169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177,	
178, 179, 180, 181, 188, 189, 191	
Generativismo .....	50, 53
Geocentrismo ..	97, 98, 133, 153, 154, 155, 174
Geração e corrupção .....	156, 165
Geymonat, L. ....	180
Gingerich .....	81, 83

Grassi, Orazio ..... 141  
 Grau de certeza das ciências 139, 142, 147,  
 152, 175  
 Grau de falseabilidade da teoria ..... 36, 49, 182  
 Grau de progresso ..... 96  
 Gualdo, Paolo (Carta a) ..... 132  
 Guevara, Giovanni ..... 135  
 Guidobaldo del Monte ..... 141  
 Guiducci, Mario ..... 135

## H

Harmonia ..... 17, 89, 90, 91, 138  
 Heliocentrismo ..... 81, 153, 154  
 Heurística 21, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54,  
 55, 57, 59, 83, 95, 96, 97, 98, 99, 120, 129,  
 139, 155, 181, 186  
     negativa ..... 44  
     positiva ..... 44  
 Heurística epistêmica ..... 51  
 Heurística histórica ..... 53  
 Hiparco ..... 97, 102, 125, 126  
 Hipóteses *ad hoc* 36, 45, 46, 47, 59, 83, 89, 95,  
 98, 101, 105, 130  
 Hipóteses auxiliares 28, 30, 35, 36, 45, 46, 47,  
 48, 57, 58, 59, 95, 130, 184, 186  
 história  
     externa 43, 61, 62, 68, 69, 71, 73, 74, 79,  
     109, 110, 129  
     interna 22, 43, 61, 62, 68, 69, 70, 71, 73, 77,  
     79, 80, 109, 131  
     real ..... 60  
     reconstruída ..... 60  
 Honestidade intelectual ..... 25  
 Hume, David ..... 9, 66

## I

Imobilidade da Terra ..... 148, 153  
 imprimatur (Diálogo...) ..... 135

Indutivismo 16, 22, 42, 50, 51, 52, 56, 59, 62,  
 63, 65, 72, 81, 82  
 Irracionalismo ..... 12, 20, 59, 90, 91, 93, 186

## J

jesuítas Consulte Companhia de Jesus.  
     Consulte Companhia de Jesus  
 Juízos de valor ..... 21, 71, 72, 105, 108, 109  
 Justificacionismo ..... 24, 50, 52, 53, 68

## K

Kant ..... 10, 23, 27, 74  
 Kepler 18, 64, 65, 81, 90, 94, 103, 110, 164,  
 181, 188  
 Koyré, A. .... 131, 133, 153

## L

Lakatos, Imre 9, 11, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22,  
 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 38,  
 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 52,  
 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67,  
 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80,  
 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93,  
 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106,  
 107, 108, 109, 110, 113, 129, 130, 131, 134,  
 178, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 190,  
 191  
 Laudan, Larry ..... 9, 13, 188  
 Leis da natureza ..... 27  
 Leveza e gravidade ..... 158  
 Liceti, Fortunio (Carta a) ..... 167, 176  
 Litt, T. .... 150  
 Livro da natureza ..... 23, 137  
 Lógica indutiva ..... 22, 51, 63, 66, 182, 183  
 Lógicas da descoberta científica. 21, 22, 24, 61  
 Longitude ..... 174  
 Lua 104, 118, 121, 137, 161, 169, 170, 171,  
 172, 173  
     candor lunar ..... 170, 172, 177  
     fases da Lua ..... 170

semelhança da Lua e da Terra.....	169		
superfície da Lua .....	161, 170, 172		
<b>M</b>			
Maffeo Barberini.....	Consulte Urbano VIII		
Manchas solares .....	161, 168, 177		
Marte.....	81, 121, 122		
Método do astrônomo.....	113, 120, 122, 123, 125, 127		
Método do físico .....	127		
Movimento circular.....	99, 114, 117, 123, 148, 155, 156, 158, 161, 162, 163, 165, 177		
Movimento planetário .....	89, 101, 115		
Movimento retilíneo.....	156, 158, 162, 163		
Movimento solar.....	115, 122		
<b>N</b>			
Nagel, E.....	11		
Neurath, O. ....	9		
Nickles, T. ....	49, 50, 51, 52, 53, 55, 57		
Núcleo duro.....	44, 45, 47, 48, 54, 57, 59, 95, 96, 98, 186		
<b>O</b>			
observações telescópicas ..	Consulte Telescópio		
Observável.....	28, 29, 122		
Ocorrência .....	14, 26, 29, 34, 38		
<b>P</b>			
Paralaxe estelar.....	85		
Perspectiva.....	18, 45, 53, 57, 107, 109, 110, 112, 134, 138, 139, 168, 180, 181, 182		
Pitágoras.....	97		
Platão.....	98, 99, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 127, 133, 143, 146, 155, 163, 188, 191		
Polanyi .....	81, 91		
Popper, Karl.....	11, 12, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 72, 79, 82, 83, 84, 96, 182, 183, 184, 185, 188, 190		
Positivismo.....	9, 10, 11, 12, 13, 191		
Predição.....	38, 39, 40, 47, 49, 54, 92, 99, 101, 104		
Probabilismo .....	22, 51, 82		
grau de probabilidade.....	66		
Problema da racionalidade da ciência.....	15, 20, 24, 80		
Procedimentos heurísticos.....	21, 49, 52, 53, 54, 56, 57, 59, 134, 185		
Programa de investigação científica.....	38, 43, 44, 47, 57, 58, 59, 95, 109, 110, 130, 178, 186		
Programa de investigação historiográfica.....	61, 62, 67, 71, 72, 73, 74, 75		
Progresso.....	12, 14, 15, 16, 19, 20, 26, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 46, 48, 49, 50, 53, 57, 72, 96, 100, 105, 108, 130, 182, 185, 186		
Proliferação de teorias (Feyerabend) .....	185		
Protoprograma.....	96, 97, 122, 123, 129		
Protoprograma Ptolomaico-Platônico .....	96		
Psicologia empírica .....	79		
Psicologismo .....	31, 52		
Ptolomeu.....	15, 43, 44, 81, 83, 84, 87, 88, 89, 96, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 137, 150, 180		
<b>R</b>			
racionalidade.....	56		
Raro e denso.....	166		
Realismo .....	11		
Refutação dialética .....	161, 173, 174		
Refutação pela experiência ..	134, 161, 173, 175		
Regras do jogo científico .....	67		
Regressão ao infinito .....	31		
Relativismo .....	12, 20, 35, 68, 86, 87, 93		
Revolução científica .....	14, 17, 82, 90, 91, 190		

Revolução copernicana	16, 17, 18, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 90, 91, 93, 96, 100, 105, 107, 108, 109, 110, 129, 130, 134, 186
exposição da metodologia dos programas de investigação científica	94
exposições empiristas	81
exposições irracionalistas	90
exposições simplistas	86
vitória propagandística	18, 89, 94
Revoluções zodiacais	122
Riccardi, Nicolò	136, 137, 138, 141
Ross, David	157, 187
<b>S</b>	
<i>Saggiatore, II</i>	135
Sagradas Escrituras	152
Sagredo	133, 171
Salvar as aparências	113, 114, 121, 123, 125, 127, 137, 141, 151
Salviati	133, 161, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 172
Santo Ofício	135, 152
Sarsi	175
Scheiner, Christopher	141
Séries de teorias	37, 39, 41, 42, 61, 71, 95, 185
empiricamente progressiva	37
reconstrução racional	61
teoricamente progressiva	37
<i>Sidereus nuncius</i>	179
Simplicio	113, 114, 120, 121, 127, 133, 155, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 173
Simplismo	23, 26, 86, 87, 88, 90, 93, 96
Sistema pluralista de autoridade	76, 106
Smith, Adam	81
<i>Sobre o céu (De coelo)</i>	156, 157, 158
Solução de problemas	46, 47, 54, 80, 95
<b>T</b>	
Tábuas	
Prutênico-Copernicanas	82
rudolfinas	81
Telescópio	129, 161, 167, 168, 169, 177, 178, 179, 180, 181
Teste crucial	182
Theon de Smyrna	126
Thomason, Neil	101, 103, 105
<i>Timeu</i>	116, 117, 118, 157
Toledo, Francesco	140
Tomás de Aquino	138, 139, 140, 141, 143, 150, 151, 191
Tycho, B.	82, 84, 85
<b>U</b>	
Urbano VIII	135, 136
<b>V</b>	
Valla, Lorenzo	140
<b>W</b>	
Wallace, W.	135, 140, 141
Whewell, W.	82
<b>Z</b>	
Zahar, Elie	16, 49, 50, 53, 100, 101, 102, 103, 105, 107, 129, 130