



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA E
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS**

**O “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E O “CONTEXTO DA
JUSTIFICAÇÃO”, E O CASO DA GÊNESE DA TEORIA DA
RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN, NA
PERSPECTIVA DE MICHEL PATY**

MARIA AMÉLIA RIBEIRO TEIXEIRA

Salvador

2005

MARIA AMÉLIA RIBEIRO TEIXEIRA

O “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E O “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”, E O CASO DA GÊNESE DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN, NA PERSPECTIVA DE MICHEL PATY

Dissertação submetida ao curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientador: Prof. Dr. OLIVAL FREIRE JUNIOR

Salvador

2005

T266 Teixeira, Maria Amélia

O “contexto da descoberta” e o “contexto da justificação”, e o caso da gênese da teoria da relatividade restrita de Albert Einstein, na perspectiva de Michel Paty / Maria Amélia Teixeira . – 2005.

86 f.

Orientador : Prof. Dr. Olival Freire Junior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Física; Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.

1. Epistemologia. I. Freire Junior, Olival. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Física. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU - 165(043.3)

TERMO DE APROVAÇÃO

TEIXEIRA, MARIA AMÉLIA RIBEIRO

O “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E O “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”, E O CASO DA GÊNESE DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN, NA PERSPECTIVA DE MICHEL PATY

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Olival Freire Junior _____

Doutor em História Social, Universidade de São Paulo (USP)

Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. João Carlos Salles Pires da Silva _____

Doutor em Filosofia, Universidade de Campinas (UNICAMP)

Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira _____

Doutor em Epistemologie Et Histoire Des Sciences, Universidade Paris VII (U.P. VII, França)

Universidade de São Paulo

Salvador, 23 de setembro de 2005

Ao meu pai, Antonio Teixeira, que permanece presente...-

In Memoriam.

À minha mãe, Zenaide Teixeira, por sua grande dedicação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Olival Freire Jr., meu profundo agradecimento por sua grande generosidade e paciência quando, por várias vezes, se defrontou com a necessidade de me esclarecer pontos tão elementares.

Aos mestres que diretamente contribuíram para esta dissertação, à professora e amiga Elyana Barbosa, ao professor Osvaldo Pessoa Jr., ao professor João Carlos Salles, agradeço pelo privilégio de tê-los nesta trajetória.

Ao professor Michel Paty, pela gentileza com a qual me atendeu em envio de material quando precisei, mas principalmente por suas idéias, sempre cheias de humanidade, que me encantaram desde o primeiro contato, minha admiração.

A este programa de Mestrado na pessoa de seu coordenador, professor Charbel Nino El-Hani.

Ao programa de bolsas da CAPES com a qual fui beneficiada de maio de 2004 a março de 2005, período em que pude me dedicar com afinco.

Por fim, aos meus familiares e amigos, e em especial, ao meu noivo, Francisco Blanco, por sua presença, apoio e paciência em todos os momentos, ao meu irmão, Frederico Teixeira, sempre à disposição, à Marilena Sberge, pelo cuidado e carinho neste e em outros momentos significativos, à Vera e Oscar Mauchle, por suas valiosas contribuições do início ao fim deste percurso.

A todos, muito obrigada.

RESUMO

Profundo conhecedor da produção científica de Albert Einstein e estudioso da dimensão filosófica de seu trabalho, Michel Paty nos dá grandes contribuições para uma crítica da separação entre o “Contexto da Descoberta” e o “Contexto da Justificação” tal como foi estabelecido por Hans Reichenbach. A análise da distinção entre os dois contextos, tendo como contraposição um caso concreto da literatura epistemológica, o caso da gênese da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein descrito por Paty, abre a possibilidade de legitimar a Descoberta como campo de investigação epistemológica. Para isto, é necessário rever os termos da separação estabelecida por Reichenbach e o caso descrito por Paty. Ao identificar uma ordem de racionalidade no percurso da criação de Einstein que vai da formulação do problema à solução, ficamos diante de um caso de relevância científica que contradiz um esquema conceitual da epistemologia de Reichenbach. Diante disso, o âmbito racional que estava restrito a uma concepção dentro do quadro puramente lógico precisa ser reavaliado nos seus fundamentos e perspectivas. Michel Paty, então, apresenta uma concepção de racionalidade e de ciência em toda sua complexidade.

RÉSUMÉ

En tant que connaisseur de l'oeuvre scientifique d'Albert Einstein ainsi que chercheur de la dimension philosophique de cette oeuvre, Michel Paty nous apporte une contribution majeure pour la critique de la séparation entre le "contexte de la découverte" et le "contexte de la justification" tel qu'il a été établi par Hans Reichenbach. L'analyse de la distinction entre les deux contextes, en prenant pour comparaison un cas concret de la littérature épistémologique qui est l'analyse de la genèse de la théorie de la relativité restreinte d'Einstein proposée par Michel Paty, ouvre la possibilité de légitimer la découverte comme champ d'investigation épistémologique. Pour faire cela, il a fallu considérer les termes de la séparation établie par Reichenbach et le cas analysé par Paty. En identifiant un ordre de rationalité dans le parcours d'Einstein, qui va de la formulation du problème jusqu'à sa solution, nous arrivons à trouver un cas de signification scientifique majeure qui contredit le schéma conceptuel de l'épistémologie de Reichenbach. Ce qui nous amène à la conclusion que la rationalité qui était pensée être limitée au cadre purement logique de la justification mérite une ré-évaluation dans ses fondements et perspectives. Michel Paty présente, donc, une conception de rationalité et de science qui rend compte de toute leur complexité.

ABSTRACT

As a thorough expert of Albert Einstein's scientific production and a scholar of the philosophical dimension of his work, Michel Paty gives us great contributions for a critique of the separation between "Context of Discovery" and "Context of Justification" as it was established by Hans Reichenbach. The analysis of the distinction between the two contexts, having as a contraposition a concrete case of the epistemological literature, the case of the genesis of Einstein's Theory of Relativity described by Paty, opens the possibility of legitimating the Discovery as a field of epistemological investigation. For this, it is necessary to review the terms of the separation established by Reichenbach and the case described by Paty. When identifying an order of rationality on the course of Einstein's creation that goes from the formulation of the problem to the solution, we face a case of scientific importance that contradicts a conceptual scheme of Reichenbach's epistemology. Due to this, the rational ambit that was restricted to a conception within the purely logical picture needs to be reevaluated in its fundamentals and perspectives. So, Michel Paty presents a concept of rationality and science in all its complexity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1 - HANS REICHENBACH E O ESTABELECIMENTO DO “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E DO “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”	14
1.1 A TEORIA PROBABILÍSTICA DE REICHENBACH	16
1.1.1 A Probabilidade Matemática e a Probabilidade Lógica	17
1.1.2 O Problema da Indução na Teoria Probabilística de Reichenbach	19
1.2 A ESTRUTURAÇÃO DO “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E DO “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”	22
1.3 UMA CONTRAPOSIÇÃO À SEPARAÇÃO ENTRE “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”	27
CAPÍTULO 2 - CASO DA GÊNESE DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN NA PERSPECTIVA DE MICHEL PATY ..	32
2.1 O PROBLEMA DA FÍSICA DO ÉTER	32
2.2 AS GRANDES LINHAS DE ARGUMENTAÇÃO DO ARTIGO DE 1905: “SOBRE A ELETRODINÂMICA DOS CORPOS EM MOVIMENTO”	36
2.2.1 A Introdução do Artigo	36
2.2.2 A Primeira Parte do Artigo: a Construção da Cinemática Relativista ..	37
2.2.3 A Segunda Parte do Artigo: a Eletrodinâmica	40
2.2.4 O Complemento do Artigo de 1905	40

2.3 A DESCOBERTA DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA.....	
.....	41
2.4 AS PISTAS DE UM PERCURSO DE CRIAÇÃO.....	
.....	45
2.4.1 A Invenção Racional da Teoria da Relatividade Restrita.....	
.....	51
CAPÍTULO 3 - UMA ANÁLISE DA RACIONALIDADE NA PERSPECTIVA DE	
MICHEL PATY.....	
.....	56
3.1 A RACIONALIDADE À LUZ DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS.....	
.....	61
3.2 A INFLUÊNCIA DO PENSAMENTO DE GASTON BACHELARD.....	
.....	72
3.3 A INFLUÊNCIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA LAKATOSIANOS.....	
.....	77
CONCLUSÃO.....	
.....	83
REFERÊNCIAS.....	
.....	84

INTRODUÇÃO

Os homens devem ser educados em termos não apenas científicos, mas também humanos. C.P.Snow

Michel Paty, cujo pensamento é norteador dessa dissertação, entende que “a ciência é, antes de tudo, compreensão e conhecimento”, e que o nosso mundo “necessita mais que nunca integrar esse conhecimento e essa compreensão ao sistema de valores éticos e morais que foi coletivamente escolhido” (PATY, 2002, p. 150). O caráter primordial e essencial da ciência nos tempos contemporâneos é, segundo Paty, o fato de que esse conhecimento estar sempre no movimento vivo da pesquisa, o que lhe garante o progresso e suas conquistas. É sobre esse movimento que detenho a atenção nesta dissertação.

Preocupado com o conhecimento científico, que em si mesmo é um valor, mas também preocupado com os valores fundamentais da vida humana, Paty alerta:

[...] é seguro que se alguém (a sociedade, por exemplo) der primazia aos aspectos úteis da atividade científica em detrimento de suas aquisições intelectuais, não mais teríamos ciência, nem qualquer perspectiva de progresso real de nossa compreensão do mundo (PATY, 2002, p. 151).

Daí a necessidade de pensar sobre o conhecimento científico porque ele está inserido num “sistema econômico cujo motor é a produção, relacionada com o lucro e com a competição de mercado” (PATY, 2002, p. 151).

Ao defender “a necessidade do ensino e da divulgação dos aspectos históricos e epistemológicos da ciência, simultaneamente ao ensino e à divulgação das ciências particulares”, e ao alertar para “a necessidade de uma formação que não seja puramente científica ou técnica, mas que abra espaço para os elementos culturais que permitem a qualquer um não deixar seu senso ético e humano ser atrofiado pela urgência, pela eficiência e pela pressão social” (PATY, 2002, 151), Paty se mostra um pensador da ciência no seu tempo, preocupado com seus rumos e efeitos na sociedade, e tem se dedicado à questão da

“criação científica“ dentro da qual desenvolve atualmente uma “filosofia da criação científica“ investigando a questão dos fundamentos racionais do conhecimento.

Profundo conhecedor da produção científica de Albert Einstein e estudioso da dimensão filosófica de seu trabalho, Paty nos dá grandes contribuições para uma crítica da separação entre o “Contexto da Descoberta“ e o “Contexto da Justificação”¹ tal como foi estabelecido por Hans Reichenbach. A análise da distinção entre os dois contextos, tendo como contraposição um caso concreto da literatura epistemológica, o caso da gênese da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein descrito por Paty, é o tema dessa dissertação. E o problema é avaliar em que medida essa análise de Paty consegue legitimar o processo da descoberta como uma questão que pode ser objeto da investigação epistemológica.

Minha contribuição está em destacar o processo de descoberta de uma teoria de relevância na ciência, e desenvolver uma análise detalhada dos termos “Contexto da Descoberta” e “Contexto da Justificação”, explicando sua estruturação, explicitando seu propósito, identificando sua fundamentação, para enfim, criticar sua aplicação geral e irrestrita.

A teoria de Einstein é significativa por ter sido revolucionária, mas sua relevância nesta dissertação está no fato de que o próprio Einstein tinha como assunto de central importância, a convicção, como bem destacou Paty, “de que as idéias científicas, na elaboração das teorias físicas e matemáticas, são ‘construções livres do pensamento’” (PATY, 2001b, p. 157).

Segundo Paty, com uma obra científica de alcance filosófico, Einstein se destaca como um cientista preocupado com a filosofia, o que faz dele um cientista-filósofo ou “savant”². Em

¹ Ao longo do texto, usei maiúsculas para os termos contexto da descoberta e contexto da justificação para destacar seu lugar de destaque na dissertação. As aspas pretendem ressaltar as restrições que faço à aplicação e fundamentação dos termos. Nas citações, é claro, essa padronização não se aplica.

² O professor Olival Freire Jr. faz o seguinte comentário a respeito desse termo usado por Michel Paty: “Paty usa o vocábulo “*savant*” para denominar cientistas tais como, Descartes, Newton e Einstein. Em francês, ele diferencia “*savant*” de “*scientifique*”, ao primeiro refere-se a sábio, e ao segundo, refere-se à forma contemporânea de erudito”. Daí a relação entre “*savant*” e cientista-filósofo.

relação à Teoria da Relatividade Restrita, a maneira própria de Einstein colocar o problema, sua perspicácia particular na consideração dos objetos da ciência, segundo Paty, caracteriza um “estilo“ de pesquisa em cuja essência, ele diz, há uma prática filosófica: “O estilo é o que constitui a marca própria da individualidade de um pesquisador na sua abordagem do problema científico” (PATY, 1993b, p. 113).

A partir de uma análise comparativa dos trabalhos de Einstein, Lorentz e Poincaré, debruçados sobre um mesmo problema, em uma mesma época, Paty revela, por meio do estilo da pesquisa de Einstein, uma racionalidade na descoberta da Teoria da Relatividade Restrita. A descrição desta análise, sem a formulação físico-matemática da teoria, é o que será apresentado no segundo capítulo dessa dissertação.

Essa perspectiva sobre a racionalidade científica, bem como a posição epistemológica de Einstein se opõem à visão de Reichenbach e adeptos da concepção científica do mundo, promovida pelos Círculos de Viena e de Berlim. Por isso, no primeiro capítulo abordarei a proposta epistemológica de Reichenbach, examinando os termos da constituição do “Contexto da Descoberta” e do “Contexto da Justificação” que teve por objetivo tirar do escopo filosófico, relegando a uma pura análise psicológica, a maneira pela qual surge uma nova teoria.

O terceiro capítulo expõe os fundamentos do pensamento de Michel Paty, sua visão de ciência e de filosofia, o problema da realidade e de sua representação, enfim, seu programa de pesquisa cuja posição ele denomina de “realismo racional e crítico”. Seu pensamento é fecundo porque coloca o desafio de investigar a complexidade da produção do conhecimento científico, especialmente no que se refere à obra de Einstein, o que o permite professar o seguinte:

Talvez se diga, nos tempos futuros, se um interesse ao menos ainda se manifestar pelas questões do conhecimento, que o século XX teria sido aquele de Einstein. E, em verdade, a ciência não acabou de explorar os

caminhos que ele descobriu e aqueles que ele pode contribuir para descobrir³ (PATY, 1997, p. 11).

O tema do conhecimento científico, à luz da perspectiva de Michel Paty, propõe uma avaliação da ciência como hoje nós a concebemos. Ao mesmo tempo, ele nos conduz a olhar a ciência no seu surgimento, buscando sua essência, o que implica investigar sua íntima relação com a filosofia. E é a filosofia mesma que, após a descida das cortinas, permanece no palco para reflexões.

Ao tratar a questão epistemológica, especificamente a separação entre o “Contexto da Descoberta” e o “Contexto da Justificação”, e demonstrando que a presença de ambos está, pelo menos no caso científico aqui analisado, legitimamente integrada no âmbito filosófico, vem à tona o problema da racionalidade e das condições de possibilidade do conhecimento científico. E sendo esta uma questão filosófica do pensamento Kantiano sobre a qual Paty está debruçado, o problema do conhecimento, que sempre teve um papel de destaque na filosofia, permanece em cena e instiga considerações atuais.

CAPÍTULO 1. HANS REICHENBACH E O ESTABELECIMENTO DO “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E DO “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”

A ciência não é apenas uma coleção de leis, um catálogo de fatos não relacionados entre si. É uma criação da mente humana, com seus conceitos e idéias livremente inventados. Albert Einstein

³ “Peut-être dira-t-on, dans les temps futures, si du moins un intérêt s’y manifeste encore pour les questions de connaissance, que le XX^e Siècle aura été celui d’Einstein. Et, en vérité, la science n’a pas fini d’explorer les voies qu’il a ouvertes et celles qu’il a puissamment contribué à ouvrir”.

Hans Reichenbach formou a Sociedade pela Filosofia Científica em Berlim, cujos objetivos eram análogos aos do Círculo de Viena, e juntamente com Rudolf Carnap, lançaram a revista “Erkenntnis”, em 1930, emblemática do movimento filosófico que faziam parte e que ficou conhecida como a revista do neopositivismo.

Jacques Bouveresse, ao escrever sobre “A teoria e a observação na filosofia das ciências do positivismo lógico”, na História da Filosofia (v.4), sob a orientação de François Châtelet, alerta que se o programa do empirismo lógico não foi realizado, nem por isso deve-se desmerecer as contribuições que foram dadas. E a respeito de Carnap e Reichenbach ele diz:

[...] ora, se há efetivamente nos trabalhos destes dois autores elementos que apenas possuem um interesse histórico, deve-se-lhes igualmente toda uma série de contribuições já clássicas, que servem de ponto de partida e referência quase obrigatória quando se abordam certas questões (BOUVERESSE, 1981, p. 76).

Assim, sem o intuito de fazer uma crítica do movimento filosófico onde se insere Reichenbach, farei apenas uma análise da obra na qual ele estabelece a separação entre “Contexto da Descoberta” e “Contexto da Justificação”, situando o lugar desta questão dentro da sua epistemologia. No segundo capítulo veremos que, pelo menos no caso específico da Teoria da Relatividade Restrita, os termos desta separação não se aplicam.

Reichenbach foi uma figura de destaque no empirismo lógico. Em sua obra “Experience and Prediction”, Reichenbach (1970) cita os diversos integrantes desse movimento filosófico: pragmatistas e behavioristas americanos, epistemologistas lógicos ingleses, positivistas austríacos, representantes alemães da análise da ciência e lógicos poloneses, “todos caracterizados pela origem comum que desaprova a linguagem metafórica da metafísica”⁴ (REICHENBACH, 1970, p. v), diz ele no prefácio. Lançada em 1938,

⁴ “[...] all characterized by their common descent from a strict disavowal of the metaphor language of metaphysics.”

portanto, após o período do Círculo de Viena (1924-1935), esta obra, que tem o subtítulo “Uma análise da fundação da estrutura do conhecimento”, tem a intenção, justifica Reichenbach, de propor uma nova tentativa de fundação do empirismo lógico, após suas reformulações. Mas considera também que as contribuições do movimento devem ser preservadas, por isso ele mantém, no livro, a presença de questões que já foram ditas antes por outros, como por exemplo: a importância atribuída à análise linguística, a conexão de sentido e verificabilidade, e a concepção behaviorista da psicologia. Sobre estas questões, entretanto, não faremos considerações.

O caráter de probabilidade do conhecimento era, para Reichenbach, a questão preliminar a ser analisada antes de partir para considerações epistemológicas mais gerais. Segundo ele, a idéia do conhecimento como um sistema aproximativo, que nunca se transforma em verdade, era aceito por quase todos os autores do grupo empirista. Porém, as conseqüências lógicas desta idéia careciam de investigações, como ele aponta a seguir:

O caráter aproximativo da ciência tem sido considerado como uma má necessidade, imprescindível para todo conhecimento prático, mas não figurava entre os aspectos essenciais do conhecimento; o elemento de probabilidade na ciência foi tomado como um aspecto provisório, aparecendo na investigação científica contanto que estivesse no caminho da descoberta, mas desaparecendo do conhecimento como um sistema definitivo⁵ (REICHENBACH, 1970, p. vi).

Em conseqüência deste procedimento, Reichenbach afirma que este sistema definitivo do conhecimento é fictício porque a esquematização de sua base foi esquecida. Daí, em face de tal erro básico, segundo Reichenbach, ele se convenceu de que a chave para a compreensão do método científico está contida no problema da probabilidade, e desenvolve uma teoria logística da probabilidade. “É esta combinação dos resultados de minhas investigações sobre probabilidade”, diz Reichenbach, “com as idéias da concepção empirista e lógica do

⁵ “The approximative character of science has been considered as a necessary evil, unavoidable for all practical knowledge, but not to be counted among the essential features of knowledge; the probability element in science was taken as a provisional feature, appearing in scientific investigation as long as it on the path of discovery but disappearing in knowledge as a definitive system.”

conhecimento a qual eu aqui apresento como minha contribuição na discussão do empirismo lógico”⁶ (REICHENBACH, 1970, p. vii). Sua intenção era instaurar uma nova fase neste movimento filosófico que poderia ser chamado, sugere o citado autor, de empirismo probabilístico.

Abordarei a seguir, a teoria da probabilidade de Reichenbach, antes de mostrar a forma pela qual ele estruturou as tarefas da epistemologia denominando os termos: “Contexto da Descoberta” e “Contexto da Justificação”.

1.1 A TEORIA PROBABILÍSTICA DE REICHENBACH

A primeira fase do positivismo, segundo Reichenbach, foi na época de sua fundação quando o caráter de probabilidade do conhecimento não era reconhecido. Segundo ele, apesar de se colocar a previsão da ciência como seu maior objetivo, não era considerado o fato de que a predição do futuro pressupõe induções e este problema deveria ser resolvido.

A segunda fase aceitou as objeções cépticas de Hume e o fracasso das tentativas para chegar a uma solução lógica da indução ficou mais óbvia, explica Reichenbach, como também ficou reconhecida a impossibilidade de obter conhecimento certo sobre eventos futuros, completa ele.

A teoria moderna positivista que questionou a legitimidade da própria ciência prever o futuro, diz Reichenbach, seria a terceira fase, segundo ele, com os seguintes marcos: Carnap abandona o critério de verificação absoluta e introduz o conceito de “grau de confirmação” e cria-se a teoria verificacionista do significado, onde as proposições metafísicas são desprovidas de significado.

⁶ “It is this combination of the results of my investigations on probability”... “with the ideas of an empiricist and logistic conception of knowledge which I here present as my contribution to the discussion of logistic empiricism.”

A quarta fase seria o empirismo probabilístico que ele propõe nesta obra, “Experience and Prediction”, orientado pelos resultados de sua teoria da probabilidade, a qual será abordada resumidamente a seguir.

1.1.1 A Probabilidade Matemática e a Probabilidade Lógica

Segundo Reichenbach, há duas diferentes aplicações para o conceito de probabilidade, a matemático-estatística e a presumida ou lógica. A primeira se tornou objeto da disciplina estatística matemática. O segundo conceito de probabilidade não se apresenta na forma matemática e aparece tanto na linguagem coloquial quanto na linguagem científica, onde suposições e conjecturas não podem ser evitadas. Assim, explica Reichenbach, o termo “provável” não está submetido ao método estatístico, e afirma, “este conceito lógico de probabilidade, embora indispensável na construção do conhecimento, não tem encontrado a exata determinação que tem sido construída pelo conceito matemático”⁷ (REICHENBACH, 1970, p. 299).

Reichenbach analisa a diferença estabelecida entre as duas formas de probabilidade, onde o conceito matemático de probabilidade é interpretado em termos de frequência e o conceito lógico de probabilidade parece ser de um tipo diferente, independente da frequência. “Quando perguntamos pela probabilidade de determinados eventos, tais como, se amanhã fará um bom tempo, ou se Júlio César tinha sido britânico, não existe nenhum conceito estatístico expresso na questão”⁸, exemplifica Reichenbach (1970, p. 301). Acontece que a partir dessa diferença, duas concepções surgem: uma defendendo que as duas formas de probabilidade são

⁷ “This logical concept of probability, thought indispensable for the construction of knowledge, has not found the exact determination which has been constructed for mathematical concept.”

⁸ “We ask for the probability of determinate events, say, of good weather tomorrow, or of Julius Caesar’s having been in Britain; there is no statistical concept expressed in the question.”

dísparas e outra que elas são idênticas. Reichenbach, então, fará uma análise das duas concepções, pois segundo ele, é preciso decidir em favor de uma delas.

A concepção segundo a qual a probabilidade matemática e a lógica são dísparas, explica Reichenbach, relaciona a probabilidade matemática à frequência de eventos, enquanto a probabilidade lógica se relaciona à generalização da verdade. Porém, analisa Reichenbach, apenas proposições, e não coisas, podem ser chamadas verdadeiras, logo,

[...] se nós interpretarmos o conceito lógico de probabilidade também como pela frequência, ambos tornam-se isomórficos; o conceito matemático é então interpretado pela frequência de eventos, e o lógico pela frequência de proposições sobre eventos⁹ (REICHENBACH, 1970, p. 303).

Assim, Reichenbach estabelece a identidade das duas concepções, as quais, segundo ele, têm uma identidade estrutural, sendo o conceito lógico de probabilidade de alto nível lingüístico. Dessa maneira, se a probabilidade lógica pode ser interpretada em termos de frequência, então, pode-se aplicar a interpretação da frequência a todos os conceitos de probabilidade. Mas o problema ainda permanece, explica Reichenbach, afinal, é preciso sempre poder aplicar a interpretação da frequência à probabilidade e, ao mesmo tempo, não admitir a concepção de disparidade, “porque esta concepção envolve conseqüências incompatíveis com os princípios do empirismo”¹⁰ (REICHENBACH, 1970, p. 304).

Para a interpretação da frequência a verificação do grau de probabilidade é possível desde que o evento possa ser repetido. Dessa maneira, o evento deixa de ser descrito como individual, para ser o número de uma classe, e a repetição do evento significa sua inclusão na classe de eventos similares.

Para a morte, exemplifica Reichenbach, é fácil construir sua classe, porém para eventos históricos ou para a validade de teorias científicas a concepção de identidade necessita de outra estratégia. Nesse caso, pode-se construir uma classe se a demonstração de

⁹ “[...] if we interpret the logical concept of probability also by a frequency, both concepts become isomorphic; the mathematical concept is then interpreted by a frequency of events and the logical concept by a frequency of proposition about events.”

¹⁰ “[...] because this conception involves consequences with the principles of empiricism.”

probabilidade tiver significado, ou seja, se a demonstração for freqüentemente confirmada. “Uma ‘classe de significado’ é suficiente porque é o bastante para justificar a aplicação da demonstração de probabilidade para ações concernentes a eventos singulares”¹¹ (REICHENBACH, 1970, p. 312), assim Reichenbach conclui que a concepção de disparidade é eliminada pelo princípio da conexão entre significado e ação.

1.1.2 O Problema da Indução na Teoria Probabilística de Reichenbach

Segundo Reichenbach, a interpretação da freqüência tem duas funções na teoria da probabilidade. A primeira função é de substancialização, ou seja, fornecer a razão pela qual nós acreditamos na demonstração. E a segunda é de verificação, ou seja, fornecer o significado da demonstração. Mas, Reichenbach explica que uma inferência de probabilidade procede de uma freqüência conhecida para outra não conhecida, o que, segundo ele, gera uma terceira função para a freqüência que está relacionada a observações futuras. A probabilidade sustenta uma predição, e é desta função que sua importância é derivada, afirma ele.

Mas a importância primeira da predição não está no novo fato que virá a ser conhecido, está sim, antes disso, na forma pela qual este novo fato surgirá. É o que defendemos nesta dissertação, diferentemente de Reichenbach. Para ele, esta forma tem um único caminho já estabelecido como “o método das ciências”: a indução. Por isso ele formula seu projeto: “A teoria da probabilidade envolve o problema da indução, e a solução para o problema da probabilidade não pode ser dada sem uma resposta à questão da indução”¹² (REICHENBACH, 1970, p. 339).

¹¹ “[...] a ‘class meaning’ is sufficient because it suffices to justify the application of probability statements to actions concerned with single events.”

¹² “The theory of probability involves the problem of induction, and a solution of the problem of probability cannot be given without an answer to the question of induction.”

A proposta de solução dada por Reichenbach une os problemas da probabilidade e da indução na mesma teoria. Uma determinação *a posteriori*, explica Reichenbach, é um procedimento no qual a frequência observada estatisticamente é assumida em eventos futuros. Essa assunção, diz ele, formula o princípio da indução. Mas, não há conhecimento demonstrável sobre o futuro, é o ceticismo de David Hume que permanece um desafio e que precisa ser resolvido, diz Reichenbach, sob pena da ciência “não passar de um sistema de predições ridículas”¹³ (REICHENBACH, 1970, p. 346).

Reichenbach diz que “Hume acreditava que qualquer aplicação justificada de inferência indutiva pressupõe a demonstração de que a conclusão é verdadeira”¹⁴ (REICHENBACH, 1970, p. 348) e aí estaria, segundo ele, o entrave para a justificação do princípio da indução. Para construir seu argumento Reichenbach parte da seguinte questão: “é necessário, para a justificação da inferência indutiva, mostrar que a conclusão é verdadeira?”¹⁵ (REICHENBACH, 1970, p. 348). A partir daí sua conclusão é a seguinte: a prova da verdade da conclusão conduz à justificação da inferência indutiva, porém, a recíproca não é verdadeira, ou seja, a justificação da inferência indutiva não implica na prova da verdade da conclusão. Assim, ele afirma que “A prova da verdade da conclusão é apenas uma condição suficiente para a justificação da indução, não é uma condição necessária”¹⁶ (REICHENBACH, 1970, p. 348).

Mas, esta conclusão precisa de fundamento e a solução encontrada por Reichenbach foi recolocar o objetivo da indução: “O objetivo da indução é encontrar séries de eventos cuja frequência de ocorrência converge para um determinado limite”¹⁷ (REICHENBACH, 1970, p. 350). Este seria um objetivo amplo da indução, cuja condição necessária é, tão somente, sua

¹³ “[...] it is nothing but a ridiculous self-delusion”.

¹⁴ “Hume believed that any justified application of the inductive inference presupposes a demonstration that the conclusion is true”

¹⁵ “[...] is it necessary, for the justification of inductive inference, to show that its conclusion is true?”

¹⁶ “The proof of the truth of the conclusion is only a sufficient condition for the justification of induction, not a necessary condition.”

¹⁷ “The aim of induction is to find series of events whose frequency of occurrences converges toward a limit.”

aplicabilidade, ou seja, sua formulação de probabilidade. A probabilidade, diz Reichenbach, é definida como o limite da frequência. “O que nós geralmente chamamos ‘previsão do futuro’ está incluído em nossa formulação como um caso especial”¹⁸ (REICHENBACH, 1970, p. 350). É dessa maneira que Reichenbach dissolve a necessidade da inferência indutiva ter uma demonstração verdadeira.

O objetivo da indução tal como o colocado por Hume seria, então, um caso especial dentro do objetivo ampliado da indução. Assim, Reichenbach entende que resolve o problema da indução, embora reafirme que não se pode pretender uma demonstração verdadeira para a inferência indutiva. E ele encerra esta questão com as seguintes palavras: “Ficamos contente porque fomos capazes de cumprir ao menos a condição necessária para a realização do objetivo intrínseco da ciência”¹⁹ (REICHENBACH, 1970, p. 357).

Penso que Reichenbach tenha encontrado uma maneira de mascarar o problema da indução, recolocando-o como uma questão de probabilidade. Afinal a lógica que orienta a probabilidade é a lógica indutiva. Portanto, remeter o problema da indução para a probabilidade é novamente voltar ao ponto de partida. Será visto no terceiro capítulo, seção 3.3, num breve comentário, que Popper aborda a relação entre indução e probabilidade sem incorrer em inconsistência.

Finalmente, depois de analisar a estrutura do conhecimento, Reichenbach vai expor sua visão epistemológica o que, segundo ele, é a combinação dos resultados de suas investigações sobre probabilidade com as idéias da concepção empirista e lógica do conhecimento. Já que a probabilidade para Reichenbach “é a forma essencial de todo julgamento concernente ao futuro”²⁰ (REICHENBACH, 1970, p. 74).

¹⁸ “What we usually call “foreseeing the future” is included in our formulation as a special case.”

¹⁹ “[...] let us be glade that we are able to fulfil at least the conditions necessary for the realization of this intrinsic aim of science.”

²⁰ “[...] it is the essencial form of every judgment concerning the future.”

Mostrarei agora como Reichenbach estrutura a epistemologia por meio da divisão das tarefas que lhes são próprias, segundo sua visão empirista. E é dentro dessa estrutura que surgem os termos “Contexto da Descoberta” e “Contexto da Justificação”.

1.2 A ESTRUTURAÇÃO DO “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E DO “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”

Como ponto de partida para esta questão, Reichenbach toma o conhecimento como um fato sociológico dado, incorporado nos livros, na fala e nas ações humanas, sendo a epistemologia um grupo especial de questões referentes ao fenômeno sociológico do conhecimento. E o projeto de Reichenbach é retirar a psicologia do campo epistemológico. Para isto, ele divide em três, as tarefas da epistemologia: descritiva, crítica e orientadora.

Segundo Reichenbach, a primeira distinção a ser feita, em relação ao conhecimento, é que existem relações internas “que pertencem ao conteúdo do conhecimento e que devem ser compreendidas se quisermos entendê-lo”²¹ (REICHENBACH, 1970, p. 4), e que existem também, as relações externas “que combinam conhecimento com questões de outro tipo que não concernem ao seu conteúdo”²² (REICHENBACH, 1970, p. 4). A partir daí ele conclui:

A epistemologia, então, está interessada apenas nas relações internas, enquanto que a sociologia pensa poder considerar parcialmente as relações internas, sempre misturando-as com relações externas, pelas quais esta ciência também se interessa²³ (REICHENBACH, 1970, p. 4).

Reichenbach reconhece que esta distinção não fornece uma linha clara de demarcação, mas é o primeiro elemento da tarefa descritiva da epistemologia. A estrutura interna do conhecimento, diz ele, é um sistema de conexões como uma seqüência de pensamentos, mas

²¹ “Internal relations are such as belong to the content of knowledge, which must be realized if we want to understand knowledge...”

²² “[...] combine knowledge with utterances of another kind which do not concern the content of knowledge.”

²³ “Epistemology, then, is interested internal relations only, whereas sociology, though it may partly consider internal relation, always blends them with external relations in which this science is also interested.”

inferir daí que a epistemologia nos dá a descrição dos processos de pensamento seria um erro, completa Reichenbach. Segundo ele, há uma grande diferença entre o sistema de interconexões lógicas do pensamento e a maneira pela qual seus processos são formados. A partir daí ele distingue o que deve ser tarefa da epistemologia e da psicologia quando se trata de relações internas do conhecimento.

As operações psicológicas do pensamento são processos um tanto vagos e flutuantes; quase nunca eles mantêm os modos prescritos pela lógica e podem sempre saltar grupos de operações que seriam necessários para uma completa exposição da matéria em questão²⁴ (REICHENBACH, 1970, p. 5).

Esta afirmação ele aplica tanto para o pensamento do cotidiano quanto para os procedimentos mentais do homem de ciência, e logo em seguida afirma, “o gênio científico nunca se sentiu obrigado a dar passos estreitos e descrever cursos de racionalidade lógica”.

Segundo Reichenbach, seria uma tentativa vã construir uma teoria do conhecimento que fosse, ao mesmo tempo, logicamente completa e em estrita correspondência com os processos psicológicos do pensamento. Daí afirmar que:

A única maneira para escapar desta dificuldade é distinguir cuidadosamente a tarefa da epistemologia em relação à da psicologia. A epistemologia não olha os processos de pensamento na sua real ocorrência; esta tarefa é inteiramente deixada para a psicologia. O que a epistemologia pretende é construir processos de pensamento da maneira em que eles deveriam ocorrer se eles estivessem alinhados num sistema consistente; ou construir um jogo justificável de operações que podem ser intercaladas entre o ponto de partida e a emissão dos processos de pensamento, recolocando uma linha intermediária real²⁵ (REICHENBACH, 1970, p. 5).

É esta a epistemologia de caráter normativo de Reichenbach que considera o substituto lógico melhor que o processo real. Para esse substituto lógico, ele aplica o termo que foi introduzido por Carnap (em *Der logische Aufbau der Welt*): reconstrução racional. E

²⁴ “The psychological operations of thinking are rather vague and fluctuating processes; they almost never keep to the ways prescribed by logical and may even skip whole groups of operations which would be needed for a complete exposition of the subject in question.”

²⁵ “The only way to escape this difficulty is to distinguish carefully the task of epistemology from that of psychology. Epistemology does not regard the processes of thinking in their actual occurrences; this task is entirely left to psychology. What epistemology intends is to construct thinking processes in a way in which they ought to occur if they are to be ranged in a consistent system; or to construct justifiable sets of operations which can be intercalated between the starting-point and the issue of thought-processes, replacing the real intermediate links.”

argumenta: “apesar de se tratar de uma construção fictícia, a tarefa descritiva da epistemologia não é arbitrária, uma vez que para ele, ela é um caminho do pensamento melhor que o pensamento real”²⁶ (REICHENBACH, 1970, p. 6).

O conceito de reconstrução racional é colocado por Reichenbach da seguinte maneira:

[...] ele corresponde à forma pela qual os processos do pensamento são comunicados para outras pessoas ao invés da forma pela qual eles são subjetivamente formados. O modo, por exemplo, no qual uma nova demonstração matemática é publicada, ou um físico resolve sua lógica na fundação de uma nova teoria, corresponderia ao nosso conceito de reconstrução racional; e a tão conhecida diferença entre o modo do pensador encontrar este teorema e a maneira de apresentá-lo publicamente pode ilustrar a diferença em questão. **Eu devo introduzir os termos *contexto da descoberta* e *contexto da justificação* para marcar esta distinção**²⁷. Então, nós temos que dizer que a epistemologia ocupa-se apenas com a construção do contexto da justificação²⁸ (REICHENBACH, 1970, p. 6).

O “Contexto da Justificação”, ou a forma escrita das exposições científicas, diz Reichenbach, nem sempre corresponde às exigências da lógica ou suprime os traços da motivação subjetiva do qual eles partiram. Isto conduz Reichenbach ao estabelecimento da segunda tarefa da epistemologia, a tarefa crítica. Enquanto que a tarefa descritiva não pretende ser um pensamento real, diz Reichenbach, mas a construção de um equivalente, a tarefa crítica pretende obter pensamento válido, por isso, ela é frequentemente chamada análise da ciência: “A análise da ciência compreende todos os problemas básicos da epistemologia tradicional; e ela está, além disso, no primeiro plano das considerações quando nós falamos de epistemologia”²⁹ (REICHENBACH, 1970, p. 8).

Mas, pondera Reichenbach, se a idéia da verdade ou da validade tem uma influência diretiva no pensamento científico, existem certos elementos do conhecimento que não são

²⁶ “In spite of its being performed on a fictive construction.”

²⁷ O grifo é meu; Reichenbach apenas destaca os termos em itálico.

²⁸ “[...] it corresponds to the form in which thinking processes are communicated to other persons instead of the form in which they are subjectively performed. The way, for instance, in which a mathematician publishes a new demonstration, or a physicist his logical reasoning in the foundation of a new theory, would almost correspond to our concept of rational reconstruction; and the well-known difference between the thinker’s way of finding this theorem and his way of presenting it before a public may illustrate the difference in question. I shall introduce the termes *context of discovery* and *context of justification* to mark this distinction. Then we have to say that epistemology is only occupied in constructing the context of justification.”

²⁹ “Analysis of science comprehends all the basics problems of traditional epistemology; it is, therefore, in the foreground of consideration when we speak of epistemology.”

governados pela idéia da verdade. Ele está se referindo ao caso das decisões volitivas. Segundo Reichenbach, a pergunta sobre qual o propósito da investigação científica é, logicamente falando, diz ele, uma questão de decisão volicional, pois neste caso há uma bifurcação ou a possibilidade de decisões divergentes. As convenções, escolha entre concepções equivalentes, seriam uma classe especial de decisões, completa Reichenbach.

O conceito de decisão conduz para a terceira tarefa da epistemologia, segundo nos diz Reichenbach, nos casos em que duas ou mais diferentes decisões estão em uso, interferindo no mesmo contexto e confundindo investigações lógicas. “Em tal caso será tarefa da epistemologia orientar uma proposta concernente à decisão³⁰” (REICHENBACH, 1970, p. 13). Ela será chamada de tarefa orientadora da epistemologia.

Além disso, Reichenbach conceitua certo grupo de decisões que se envolvem mutuamente, e que podem ser chamadas decisões encadeadas. Segundo ele, elas pertencem à tarefa crítica da epistemologia e as relações entre elas correspondem a fatos lógicos. Estas decisões, diz Reichenbach, representam uma espécie de proteção contra o convencionalismo extremo e explica:

[...] elas permitem-nos separar a parte arbitrária do sistema do conhecimento de seu conteúdo substancial, para tal ela distingue a parte objetiva da parte subjetiva da ciência. As relações entre decisões não dependem de nossa escolha e sim, são prescritas por regras da lógica, ou por leis da natureza³¹ (REICHENBACH, 1970, p.15).

Todo o esforço de Reichenbach vai ao sentido de eliminar os elementos de subjetividade no conhecimento, como se viu até aqui e como se comprova a partir de suas próprias palavras:

A parte objetiva do conhecimento, entretanto pode ficar livre dos elementos volicionais, pelo método de redução transformando a tarefa orientadora da epistemologia na tarefa crítica. Nós podemos expor a conexão na forma de implicação: se você escolhe esta decisão, então você está obrigado a

³⁰ “In such a case, it will be the task of epistemology to suggest a proposal concerning a decision.”

³¹ “[...] it allows us to separate arbitrary part of the system of knowledge from its substantial content, to this distinguish the subjective and the objective part of science. The relations between decisions do not depend on our choice but are prescribed by the rules of logic, or by the laws of nature.”

concordar com esta demonstração, ou com esta outra decisão. Esta implicação, tomada como um todo, está livre dos elementos volitivos; ela é a forma na qual a parte objetiva que é parte do conhecimento, encontra sua expressão³² (REICHENBACH, 1970, p. 15).

Penso que todo esse esforço para “se livrar dos elementos subjetivos” tem o valor de poder estabelecer relações lógicas no conhecimento, o que proporciona rigor e coerência à ciência, sem o que ela não existiria. Porém, por que apagar os vestígios dos elementos de subjetividade presentes no início do processo? Desconsiderar o “Contexto da Descoberta” não é escapar ao desafio que os atos criativos representam diante da análise lógica? As formas pelas quais as novas idéias surgem precisam ser examinadas com o olhar da filosofia e este esforço tem movido o pensamento de Michel Paty, com o qual trabalhamos. Também é possível destacar outro nome de porte a investigar o trabalho do cientista em sua totalidade. Refiro-me a Gerald Holton, o qual, juntamente com Bachelard e Koyré, é citado neste programa de mestrado como teórico integrante da linha de pesquisa que faz a interface entre a Filosofia das Ciências e a História das Ciências. Uma breve abordagem sobre sua perspectiva permite-nos perceber uma grande proximidade com as idéias de Paty, reforçando, assim, nossa exposição.

1.3 UMA CONTRAPOSIÇÃO À SEPARAÇÃO ENTRE “CONTEXTO DA DESCOBERTA” E “CONTEXTO DA JUSTIFICAÇÃO”

Segundo Gerald Holton, o processo público de validação das novas idéias científicas está intimamente vinculado ao processo privado de criação. Ele concebe dois níveis de atividade na ciência, um deles seria uma atividade pedagógica ou que busca o consenso, e que

³² “The objective part of knowledge, however, may be freed from volitional elements by the method of reduction transforming the advisory task of epistemology the critical task. We may state the connection in the form of an implication: If you choose this decision, then you are obliged to agree to this statement, or to this other decision. This implication, taken as a whole, is free from volitional elements; it is the form in which the objective part of knowledge finds its expression.”

constituiria a “Ciência Pública”. No outro nível estaria a “Ciência Privada”, ou o processo de descoberta, o qual, segundo ele, teria características descontínuas e temáticas.

A imaginação científica, segundo Holton, seria um jogo durante o qual as escolhas de certos pressupostos ou temas são orientados por certa racionalidade que não estaria dentro dos limites rigorosos dos processos quantitativos e lógico-semânticos, sem com isto, estar no campo do “irracional”.

Holton e Paty possuem semelhanças de perspectivas quanto ao processo da gênese do conhecimento científico e ambos discordam da separação dos contextos efetuada por Reichenbach. A seguinte afirmação de Holton poderá ser comparada com as idéias de Paty nos capítulos II e III e ver-se-á muita proximidade entre ambos.

[...] há processos na elaboração científica que, embora sejam atos da razão, não podem ser enquadrados numa estrutura lógico-analítica. Fazem parte desses processos as formas pelas quais as novas idéias surgem e são tratadas durante o período inicial: as fontes de escolhas temáticas individuais, e as razões de sua separação (HOLTON, 1979, p. 103).

Em sua abordagem sobre a imaginação científica, Holton contribui, de forma bastante didática, para uma melhor compreensão da separação entre “Contexto da Descoberta” e “Contexto da Justificação” sem, contudo, mantê-los em diferentes esferas de investigação.

Quando o historiador, o filósofo ou psicólogo da ciência estuda o produto do trabalho científico - um ensaio publicado, uma anotação de laboratório, a transcrição de uma entrevista, uma troca de cartas - está, em geral, tratando principalmente de um evento (HOLTON, 1979, 17).

Com esta afirmação, Gerald Holton introduz uma análise dos eventos que se constituem, segundo ele, de pelo menos oito diferentes facetas que serão resumidas seguir:

1. O entendimento do conteúdo científico num determinado momento é a primeira faceta do evento, é quando se investiga com o que se debate o cientista e o que está em jogo. Inclui-se aí, segundo nos diz Holton, a maior parte da pesquisa histórica das chamadas opiniões científicas mundiais, exemplares e programas de pesquisas. Mas, observa

Holton, “os historiadores e cientistas ainda se interessam em extrair os conceitos e proposições encerrados nos eventos estudados e em transpô-los para uma linguagem empírica e analítica” (HOLTON, 1979, p. 17).

2. A segunda faceta é a trajetória temporal do conhecimento científico compartilhado (e Holton explica, conhecimento “público” e não “privado”). Estudam-se os antecedentes, a evolução parcial, continuidades e descontinuidades. É a atividade do desenvolvimento conceitual do “Contexto da Justificação”.
3. O aspecto pessoal da atividade em que o evento está incorporado, diz Holton, é a terceira faceta: “estamos no caso do ‘Contexto da Descoberta’, procurando compreender o ‘momento nascente’, que pode estar mal documentado e não ter sido bem apreciado e compreendido nem mesmo pelo próprio agente” (HOLTON, 1979, p. 17). Holton relaciona este momento com aquilo a que Einstein chamou de “a luta pessoal”, mas ressalta que as instituições da ciência minimizam a atenção para com este elemento, talvez porque, sugere Holton, a aparente contradição entre a natureza frequentemente “ilógica” (as aspas são colocadas por Holton) da descoberta e a natureza lógica dos conceitos físicos bem desenvolvidos é considerada por alguns cientistas como uma ameaça às bases mesmas da ciência e da racionalidade.
4. O evento é a intersecção de duas trajetórias, a ciência pública e a ciência privada, e o tempo total dessa atividade, que em grande parte é privada, ressalta Holton, é a quarta componente da pesquisa histórica.
5. O aspecto psicobiográfico da pessoa de quem o trabalho está sendo estudado, ou seja, o estilo de vida e do pensamento do cientista é o quinto componente.
6. No sexto componente Holton enumera o estudo do ambiente sociológico, das condições ou influência da existência de colegas, a dinâmica do trabalho em equipe, o

estado da profissionalização na época, os meios institucionais de financiamento, avaliação e aceitação, e as tendências quantitativas.

7. Em seguida há as questões relacionadas com as influências mútuas entre ciência-tecnologia-sociedade, ciência-ética e ciência-literatura.
8. Resta, assim, a análise lógica da obra em estudo.

Segundo Gerald Holton, essas oito áreas de estudo não são separadas por barreiras inflexíveis, e que, embora cada uma delas tenha sua especialização própria e, com isso, sua própria autodefinição operacional,

[...] a resolução de um caso real da história da ciência (em todas as suas ambigüidades e ligações interdisciplinares) em componentes separáveis é, afinal de contas, uma estratégia reducionista cujo emprego é imposto pelas nossas limitações humanas (HOLTON, 1979, p. 19).

No momento em que Holton fala de uma contradição aparente, remeto-me imediatamente à aparente contradição com a qual Einstein se debruçou durante suas pesquisas até chegar à Teoria da Relatividade Restrita. Ele precisou resolver certas questões para demonstrar que o princípio da relatividade não estava em contradição com o princípio da constância da velocidade da luz, o que veremos detalhadamente no segundo capítulo. Uma comparação, então, pode ser pertinente: o que precisaríamos resolver na filosofia para que a “contradição” entre um “procedimento irracional”, que seria o da descoberta, e um “procedimento racional”, ou a justificação, se desfizesse? É fato que a justificação de uma teoria nova é fruto da descoberta e o que me parece contraditório é exatamente o lógico “surgir” do ilógico. Um processo lógico, para ser coerente com o pressuposto fundamental da não-contradição, não deveria se estabelecer a partir de um processo racional ou, pelo menos, não-irracional?

A posição do Gerald Holton, como foi vista acima, está em conformidade com a posição de Michel Paty, admitindo como diferentes que são a descoberta e a justificação, e tomando ambas como duas fases distintas de um mesmo processo que é a construção do

conhecimento científico. Tomei a abordagem de Holton porque acho que ele explicita com muita didática o processo no qual se insere o “Contexto da Descoberta” e o “Contexto da Justificação”. Michel Paty já se encontra em estágio mais avançado nesta questão, não tratando de contextos separados, mas, já falando de Descoberta no conhecimento científico e, atualmente, como já falamos, tem se dedicado a uma “filosofia da criação científica”.

Holton, como Paty, tem a preocupação de colocar a ciência em seu contexto cultural mais pleno, por isso sua atenção no final de seu livro “A Imaginação Científica” com a tarefa essencial da educação: “A educação é alcançada transmitindo-se um ponto de vista que permite a generalização e aplicação numa grande variedade de circunstâncias, em nossa vida posterior” (HOLTON, 1979, p. 258).

Ao contrapor educação e treinamento, Holton faz a seguinte analogia: o treinamento seria como um colar de pérolas, todas dentro de um campo, e a educação uma tapeçaria de conexões cruzadas entre muitos campos. Essa é uma visão atualíssima dentro das discussões educacionais de âmbito geral, preocupações pertinentes a este programa de pós-graduação, bem como a mim como professora de filosofia. Portanto, creio que as últimas palavras de Gerald Holton em seu livro acima citado, são de orientação valiosa para quem tem preocupações com o ensino das ciências e as questões que lhe são inerentes:

Os professores e os cientistas, como membros de um grupo que desempenha um papel-chave na vida cultural total de uma nação, devem orgulhar-se da existência dessa tapeçaria de idéias interligadas, principalmente porque o seu campo, a Física, tem um lugar central nessa estrutura orgânica total da história intelectual. É oportuno que partilhem essa visão da ciência com seus alunos. No processo de ensinar boa ciência, eles também podem transmitir um senso adequado da dignidade do trabalho científico, bem como das graves responsabilidades cívicas que são consequência de seus benefícios e de seu poder (HOLTON, 1979, p. 258).

CAPÍTULO 2 - CASO DA GÊNESE DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN NA PERSPECTIVA DE MICHEL PATY

A epistemologia sem a história das ciências é vazia; a história das ciências sem a epistemologia é cega. Imre Lakatos

2.1 O PROBLEMA DA FÍSICA DO ÉTER

Uma das principais dificuldades dos físicos do final do século XIX era a de determinar a existência de um meio material que pudesse explicar a propagação da luz. Surge com Augustin Fresnel e sua Teoria Ondulatória da Luz, o éter óptico, lugar das vibrações e da propagação das ondas luminosas. Maxwell, com sua Teoria Eletromagnética, admitia que os campos elétricos e magnéticos “são estados de um meio físico, mas não material, que preenchia todo o espaço, o éter eletromagnético”³³ (PATY, 1997, p. 51). Assim, explica-nos Paty, Maxwell fez da luz uma onda eletromagnética (“oscilação de um campo eletromagnético se propagando no espaço vazio com uma velocidade constante, que se chama hoje c ”³⁴ (PATY, 1997, p. 52)), e identificou este éter ao éter de Fresnel.

³³ “[...] sont états d’un milieu, physique mais non matériel, qui emplissait tout l’espace, l’éther électromagnétique”

³⁴ “[...] oscillation d’un champ électromagnétique se propageant dans l’espace vide avec une vitesse constante, que l’on denote aujourd’hui c ”

Identificando o éter óptico ao éter eletromagnético, Maxwell dava uma grande contribuição, mas deixava em aberto “o problema de saber qual era a relação entre o éter e a matéria, e em particular como o éter se comportava em relação ao movimento dos corpos”³⁵ (PATY, 1997, p. 52). Dentre as propostas para este problema temos a Teoria de Heinrich Hertz (em 1889), segundo a qual o éter é totalmente impulsionado pelo movimento dos corpos, e a Teoria de Hendryk A. Lorentz (em 1895), para quem o éter é totalmente imóvel e independente do movimento dos corpos, como o era o éter de Fresnel, lembra Paty.

Um éter totalmente imóvel e independente do movimento dos corpos implica numa distinção entre o referencial em repouso absoluto, aquele do éter, e todos os outros em movimento retilíneo e uniforme em relação a ele. Isto significa um desrespeito ao princípio de relatividade da mecânica, o que estava presente não apenas na teoria de Lorentz. Muitos dos físicos da época, conta-nos Paty, “pensavam em inverter a dependência do eletromagnetismo e da mecânica, fazendo do primeiro a base de toda a física, o que retirava do princípio de relatividade seu caráter de necessidade”³⁶ (PATY, 1997, p. 53).

Mas o problema maior era detectar experimentalmente o éter, o que se resolveu negativamente com a experiência de Michelson e Morley, em 1887. Essa experiência consistia em medir o efeito do movimento da Terra sobre a velocidade da luz, e sua hipótese era: se a Terra atravessa o mar de éter, surge, então, um vento de éter, assim, a favor do vento a luz se propagaria com maior velocidade.

Hendryk Antoon Lorentz era um dos físicos mais importantes da época e em seu trabalho de 1895 intitulado “Ensaio de uma teoria dos fenômenos elétricos e ópticos dos corpos em movimento”, ele desenvolvia uma teoria da eletrodinâmica que aplicava as equações de Maxwell do campo eletromagnético aos elétrons. Nesse trabalho ele toma a

³⁵ “[...] le problème de savoir quelle était la relation entre l'éther et la matière, et en particulier comment l'éther se comportait par rapport au mouvement des corps.”

³⁶ “[...] songeaient d'ailleurs à inverser la dépendance de l'électromagnétisme et de la mécanique, en faisant du premier la base de toute la physique, ce qui enlevait au principe de relativité son caractère de nécessité”.

concepção de um éter totalmente imóvel e permeável aos corpos, concebida por Fresnel, e propôs as fórmulas de transformação que permitia passar de um sistema de coordenadas do éter em repouso ao sistema de coordenadas em movimento. Assim, explica-nos Paty (1993, p. 41), ele calculava as grandezas eletromagnéticas (campo elétrico, campo magnético, força mecânica exercida pelo campo sobre os corpos, ou força de Lorentz) no sistema dos corpos em movimento.

Com o resultado negativo da experiência de Michelson e Morley, Lorentz propõe a hipótese da contração do comprimento dos corpos, ou seja, ele encontrou uma maneira para argumentar favoravelmente à existência do éter (o éter luminífero): se este existe, e se a velocidade da luz não muda, deve haver uma contração do comprimento dos corpos na direção de seu movimento absoluto. Lorentz observava

[...] que combinando as diversas transformações de coordenadas efetuadas em seus cálculos, translação e contração, e em lhes adicionando a substituição do tempo absoluto, no sistema dos corpos em movimento, por um ‘tempo local’, as equações do campo eletromagnético guardavam uma forma parecida no sistema inicial e no sistema transformado³⁷ (PATY, 1993, p. 42).

Em 1904, Lorentz lança um trabalho intitulado “Fenômenos eletromagnéticos num sistema em movimento a uma velocidade qualquer menor que a da luz”. Henri Poincaré, outro físico importante da época e que mantinha discussões com Lorentz, ajudando-o a aperfeiçoar sua teoria, lança em 1905 um trabalho intitulado “Sobre a dinâmica do eletron”. Estes trabalhos, juntamente com o célebre Artigo de 1905 de Einstein intitulado “Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”, formam o que Michel Paty denomina “a tríade da relatividade restrita” pela vizinhança dos problemas estudados, a se notar pelos seus títulos. Porém, o trabalho de Einstein domina os outros no que concerne ao problema do movimento absoluto, e é justamente desse problema em relação ao éter luminífero que veio a solução

³⁷ “[...] qu’en combinant les diverses transformations de coordonnées effectuées dans ses calculs, translation et contraction, et en leur adjoignant la substitution au temps absolu, dans le système du corps en mouvement, d’un ‘temps local’, les équations du champ électromagnétique gardaient une forme semblable dans le système initial et dans le système transformé”.

dada por Einstein circunscrevendo o papel real do éter na eletrodinâmica: ele é supérfluo, pois não existe na natureza um estado de movimento privilegiado³⁸.

O projeto de Einstein, nos diz Paty, era estabelecer uma teoria da “eletrodinâmica dos corpos em movimento” que estivesse livre de contradições. “A idéia era completar a teoria eletromagnética de James Clerk Maxwell, modificada (em 1895) por Lorentz para dar conta da realidade dos elétrons e dos efeitos do movimento dos corpos”³⁹ (PATY, 1997, p. 51). Einstein via a necessidade de preservar o princípio de relatividade, por isso ele precisava reformar a Teoria de Maxwell, porém deveria manter uma propriedade, a constância da velocidade da luz independente do movimento de sua origem, pois esta teria sido sempre a seus olhos, nos diz Paty, a propriedade mais fundamental da Teoria Eletromagnética.

Uma análise do que foi a reflexão crítica de Einstein até chegar à formulação do seu problema, o da incompatibilidade dos dois princípios que ele julgava fundamentais, o princípio de relatividade e o da constância da velocidade da luz, será feita mais adiante, nos tópicos 2.3 e 2.4, onde será abordado o processo de gênese da Teoria da Relatividade Restrita. O tópico 2.2 fará uma descrição da estrutura lógica do artigo de 1905, detalhando apenas os conceitos fundamentais da parte dedicada à cinemática relativista. E isto porque toda novidade, seja ela física ou de argumentação lógica, se encontra precisamente na introdução e na parte cinemática do artigo.

2.2. AS GRANDES LINHAS DE ARGUMENTAÇÃO DO ARTIGO DE 1905: “SOBRE A ELETRODINÂMICA DOS CORPOS EM MOVIMENTO”

³⁸ Ver página 54 nota 54.

³⁹ “L’idée était de compléter la théorie électromagnétique de James Clerk Maxwell, modifiée (en 1895) par Lorentz pour tenir compt de la réalité des électrons et des effets de mouvement des corps”.

O artigo é composto de uma introdução cujos dados principais apresentam uma formulação que Michel Paty observa ser à primeira vista, “um pouco enigmática”⁴⁰ (PATY, 1993, p. 54). É seguido por duas partes, sendo a primeira dedicada à cinemática e a segunda à eletrodinâmica. Desta forma, Paty observa que o problema da eletrodinâmica, objeto de trabalho anunciado no título, será desenvolvido, então, em duas etapas, onde a primeira é independente da segunda e a condiciona. Isso marcará “o caráter radical da mudança de abordagem do trabalho de Einstein em relação aos trabalhos contemporâneos”⁴¹, afirma Paty (1993, p. 53).

2.2.1 A Introdução do Artigo

O primeiro parágrafo aborda um aspecto insatisfatório da Teoria Eletromagnética, o fato de que “a teoria dá, para a ação recíproca de uma corrente num condutor e de um imã quando eles se movem um em relação ao outro, duas explicações físicas diferentes, conforme é a corrente ou o imã que está em movimento, enquanto que o efeito resultante é idêntico nos dois casos, e determinado apenas por seu movimento relativo”⁴² (PATY, 1993, p. 54). É o problema da Assimetria, ou em outras palavras, um mesmo fenômeno descrito de formas diferentes.

Em seguida apresenta uma Conjectura: “Para todos os sistemas de coordenadas para os quais as equações da mecânica permanecem válidas (isto é, para os sistemas de inércia em

⁴⁰ “[...] quelque peu énigmatique...”

⁴¹ “[...] le caractère radical du changement d’approche par rapport aux travaux contemporains de celui d’Einstein”.

⁴² “[...] la théorie donne, de l’action réciproque d’un courant dans un conducteur et d’un aimant quand ils se meuvent l’un par rapport à l’autre, deux explications physiques différentes, suivant que c’est le courant ou l’aimant qui est en mouvement, alors que l’effet net est identique dans les deux cas, et determine par leur seul mouvement relatif”.

movimento relativo e uniforme), as leis eletrodinâmicas e ópticas guardam igualmente seu valor; o que já foi demonstrado para as grandezas de primeira ordem”⁴³ (PATY, 1993, p. 55).

A partir daí, Einstein introduz os dois Postulados fundamentais de sua teoria, o Princípio de Relatividade, a partir da conjectura acima, e o segundo postulado, a Constância da velocidade da luz, “só aparentemente incompatível com o primeiro, de que a luz, no espaço vazio, se propaga sempre com uma velocidade determinada, independente do estado de movimento da fonte luminosa” (EINSTEIN, 1989, p. 48).

E, por fim, Einstein torna supérflua a presença de um éter luminífero e justifica que a teoria a ser desenvolvida não precisa da idéia de um espaço em repouso absoluto. Segundo Michel Paty, este fato é curioso na medida em que o éter não era um detalhe para os problemas da física na época.

2.2.2 A Primeira Parte do Artigo: a Construção da Cinemática Relativista

Esta parte é composta de cinco tópicos como veremos a seguir:

a) Definição de simultaneidade:

Ao tratar da descrição do movimento de um ponto material, Einstein se interroga sobre o que se entende pela grandeza tempo, ao observar que “todas as nossas apreciações em que intervém o tempo são sempre apreciações sobre acontecimentos simultâneos” (EINSTEIN, 1989, p. 49). Define o tempo de um acontecimento como “a indicação, simultânea desse acontecimento, que é fornecida por um relógio que satisfaz as seguintes condições: está colocado em repouso, no local do acontecimento; é síncrono de um outro relógio em repouso, mantendo-se esse sincronismo em todas as determinações de tempo” (EINSTEIN, 1989, p. 52), e, em seguida, admite que a velocidade da luz no espaço vazio é uma constante universal.

⁴³ “Pour tous les systèmes de coordonnées pour lesquelles les équations de la mécanique restent valables [c’est-à-dire les systèmes d’inertie, en mouvement relatif rectiligne et uniforme], les lois électrodynamiques et optiques gardent également leur valeur; c’est ce qui a été déjà démontré pour les grandeurs du premier ordre”.

b) Sobre a relatividade de comprimentos e tempos:

A partir dos dois princípios postos na introdução, o de relatividade e o da constância da velocidade da luz, os quais “condicionam todos os problemas do movimento”⁴⁴ (PATY, 1993, p. 152), Einstein demonstra a Relatividade da Simultaneidade, ou seja, dois eventos vistos de um sistema de coordenadas são simultâneos, porém, não o são mais quando os observamos num sistema em movimento em relação ao primeiro. Mas, antes de tudo, define os dois princípios da seguinte maneira:

Princípio de Relatividade: “As leis segundo as quais se modificam os estados dos sistemas físicos são as mesmas, quer sejam referidas a um determinado sistema de coordenadas, quer o sejam a qualquer outro que tenha movimento de translação uniforme em relação ao primeiro” (EINSTEIN, 1989, p. 52).

Constância da Velocidade da Luz:

Qualquer raio de luz move-se no sistema de coordenadas ‘em repouso’ com uma velocidade determinada V , que é a mesma, quer esse raio seja emitido por um corpo em repouso, quer o seja por um corpo em movimento. Aqui velocidade = percurso efetuado pela luz/ intervalo de tempo, onde ‘intervalo de tempo’ deve ser entendido no sentido fixado na definição 1⁴⁵. (EINSTEIN, 1989, p. 52)

c) Teoria da transformação das coordenadas e do tempo na passagem de um sistema em repouso para outro que está animado em relação ao primeiro de uma translação uniforme:

Chegando de modo independente às mesmas equações que Lorentz havia derivado anteriormente (o que é conhecido como as Equações de Transformação de Lorentz), Einstein demonstra que todo raio de luz, medido num sistema em movimento ou em repouso, se propaga com velocidade V , e, além disso, ele prova que os dois princípios fundamentais são compatíveis.

⁴⁴ “[...] conditionnent tous les problèmes de mouvement”.

⁴⁵ A definição 1 trata do princípio da relatividade.

d) Significado físico das equações obtidas, respeitante a corpos rígidos em movimento e a relógios em movimento:

Nesse tópico Einstein conclui sobre: o caráter limite da velocidade da luz, a contração das distâncias e a dilatação do tempo: aquela consequência física que ninguém antes dele havia pensado: “Um relógio situado no equador da Terra em movimento com ela, retardará de uma fração mínima de tempo marcado por um relógio de mesma construção e submetido às mesmas condições do primeiro, mas que está localizado no pólo”⁴⁶ (PATY, 1993, p. 60).

e) Teorema da adição de velocidades:

Nesta última seção da primeira parte do artigo, Einstein apresenta o teorema que é a chave das dificuldades que ele enfrentava: trata-se da nova Lei de Composição das Velocidades “que exprime mais imediatamente a relatividade dos movimentos: não existe mais o estado de repouso privilegiado em relação ao movimento já que, de uma parte, as velocidades a compor têm um papel simétrico e, de outra parte, o problema da composição de uma velocidade finita qualquer com aquela da velocidade da luz se encontra resolvida”⁴⁷ (PATY, 1993, p. 63). Assim, Einstein estabeleceu as proposições da nova cinemática que serão aplicadas à eletrodinâmica.

2.2.3 A Segunda Parte do Artigo: a Eletrodinâmica

⁴⁶ “Une horloge placée à l’équateur de l’atterre et entraînée par elle retardera d’une minime fraction sur le temps marqué par une horloge de même construction et soumise aux mêmes conditions que la première mais qui est placée au pôle”.

⁴⁷ “[...] qui exprime le plus immédiatement la relativité des mouvements: il n’existe plus d’état de repos privilégié par rapport au mouvement puisque, d’une part, les vitesses à composer tiennent un rôle symétrique et, d’autre part, le problème de la composition d’une vitesse finie quelconque avec celle de la lumière se trouve résolu”.

Paty nos faz um resumo desta segunda parte que ele se refere como “a eletrodinâmica reformada pelo princípio de relatividade” e como minha pretensão foi identificar o procedimento lógico que fez do artigo de 1905 uma obra singular, cito apenas os conteúdos essenciais desta parte:

- Desaparece a assimetria das explicações da interação entre um ímã e um condutor;
- Exprime o efeito Doppler relativista que permite reencontrar a lei de aberração, utilizando as fórmulas de transformação dos campos, das coordenadas e do tempo no caso das ondas eletromagnéticas;
- O estudo da dinâmica do elétron em movimento fornece enfim a fórmula da massa do elétron em função da velocidade e a energia cinética do elétron em movimento.

E com uma observação do próprio Einstein (1989, p. 80) encerro este tópico: “[...] uma vez aceites os nossos princípios cinemáticos, se realiza o acordo entre o princípio da relatividade e a base eletrodinâmica da teoria de Lorentz sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”.

2.2.4 O Complemento do Artigo de 1905

O artigo complementar publicado alguns meses mais tarde e intitulado “A inércia de um corpo depende de sua capacidade de energia?”, expõe a seguinte consequência: “A massa de um corpo é a medida da sua capacidade de energia”⁴⁸ (PATY, 1993, p. 66). Assim, “a teoria da relatividade restrita se encontra presente, criada, definitiva nos seus conceitos e suas fórmulas senão em todo seu formalismo”⁴⁹ (PATY, 1993, p. 66). Ora, uma teoria definitiva em todos os seus conceitos e formalismo corresponde à estrutura lógica que Reichenbach chamou de “Contexto da Justificação”, porém, aceitar esta nomenclatura implica em aceitar as

⁴⁸ “La masse d’un corps est la mesure de sa capacité d’énergie”.

⁴⁹ “[...] la théorie de la relativité restreinte se trouve donc là présente, crée, définitive dans ses concepts et ses formules sinon dans tout son formalisme”.

condições nas quais ela foi estabelecida, ou seja, implica em aceitar que o “Contexto da Descoberta” está fora do alcance epistemológico, o que é contestado nessa dissertação pelo menos em se tratando do caso da Teoria da Relatividade Restrita.

Além disso, ao aceitar aquela separação, e, portanto, não considerar as contribuições do processo da descoberta, no caso daquela teoria de Einstein, perde-se uma perspectiva que pode alterar a própria consideração da lógica da Justificação dessa teoria. Refiro-me a uma controvérsia (a única sobre as concepções de Einstein na física, segundo Paty) sobre qual foi o papel da experiência para a Teoria da Relatividade Restrita. Segundo Paty, a interpretação freqüentemente dada pelos filósofos, entre eles Reichenbach, é que a teoria teria sido edificada indutivamente a partir do resultado negativo da experiência de Michelson e Morley, enquanto para outros, inclusive o próprio Paty, a teoria foi uma construção dedutiva.

2.3. A DESCOBERTA DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Michel Paty, ao assumir que a Descoberta da Teoria da Relatividade Restrita pode ser um campo legítimo de análise epistemológica, é guiado por certa perspectiva de ciência e de filosofia, cujo traço de união está numa mesma exigência de racionalidade presente em ambas. Diz ele: “Todas as duas são conhecimento; uma (a ciência), conhecimento que descreve, a outra (a filosofia), conhecimento que se interroga sobre ele mesmo e coloca em jogo seus significados”⁵⁰ (PATY, 1997, p. 14). É dentro desta perspectiva, e todas as implicações que a circunscrevem, que Paty conduz a diferença entre ele e Reichenbach.

Paty faz uma citação de Reichenbach na qual se pode ver a perspectiva deste último sobre a atividade do filósofo: “seria toda analítica e exata, não portando senão as relações

⁵⁰ “Toutes deux sont connaissance; l’une (la science), connaissance qui décrit, l’autre (la philosophie), connaissance qui s’interroge sur elle-même et met en jeu ses significations”.

lógicas, ou, falando de outra maneira, se preocupa com a justificação, não com a descoberta”⁵¹ (PATY, 1993, p. 10). Quanto a esta colocação Paty observa que: “Esta descrição da atitude do físico fez fundo sobre a idéia que a física, na medida em que é uma “ciência empírica”, não se proporia, a partir de certos fatos da experiência, senão de prever outros fatos verificáveis”⁵² (PATY, 1993, p. 10). A partir daí Paty questiona: “Excluir por princípio a descoberta da atenção da filosofia, não é excluir de fato todo o trabalho da pesquisa científica?”⁵³ (PATY, 1993, p. 10). Segundo Paty, é imprescindível analisar diretamente “o processo de racionalidade do físico tal como ele se produziu efetivamente, nesse ‘contexto da descoberta’, tão rapidamente convertido à ‘psicologia’”⁵⁴ (PATY, 1993, p. 10). Mas é uma análise do próprio Reichenbach que dá força à defesa de que existe uma racionalidade na criação da Teoria da Relatividade Restrita, como veremos a seguir.

A constatação feita por Reichenbach, de que: “a análise lógica da teoria coincide com a interpretação original de seu autor”⁵⁵ (REICHENBACH *apud* PATY, 1993, p. 11), não lhe conduziu a reflexões e foi tratada como mera exceção, critica Paty, que admite não ser freqüente em ciência o caso de uma teoria em que o esquema lógico coincide com o programa que controlou sua descoberta, mas observa que ao creditar esse caso à exceção, Reichenbach tenta esconder uma contradição. “Um tal programa não é intencionalmente racional por definição?”⁵⁶, questiona Paty (1993, p. 12), ressaltando que se trata de um caso significativo na ciência, cujo estudo o conduziu a se interrogar sobre a filosofia que acompanhou o caminho de Einstein por meio dos problemas da física.

⁵¹ “[...] serait toute analytique et exate, ne portant que sur des relations logiques, et qui, d’ailleurs, se préoccupe de la justification, non de la découverte”.

⁵² “Cette description de l’attitude du physicien fait fond sur l’idée que la physique, en tant que “science empirique”, ne se proposerait, à partir de certains faits d’expérience, que de prévoir d’autres faits vérifiables”.

⁵³ “Exclure par principe la découverte de l’attention de la philosophie, n’est-ce pas en exclure de fait tout travail de recherche scientifique?”

⁵⁴ “[...] le processus de raisonnement du physicien tel qu’il se produit effectivement, dans ce ‘contexte de découverte’ trop vite renvoyé à seule ‘psychologie’ ”.

⁵⁵ “[...] l’analyse logique de la théorie coincide avec l’interprétation originelle de son auteur”.

⁵⁶ “Un tel programme n’est-il pas intentionnellement rationel par définition?”

O estudo de Paty se constrói clara e coerente buscando uma compreensão da gênese da ciência, sem pretender dar conta da totalidade do processo da descoberta, afinal seus aspectos psicológicos permanecem inacessíveis, segundo ele próprio reconhece, mas tentando esclarecer sua racionalidade (“cuja lógica não é senão o esqueleto”⁵⁷ (PATY, 1993, p. 21)).

Além disso, Paty ressalta que

[...] a filosofia do conhecimento não se propõe mais, nos nossos dias, diferentemente da filosofia transcendental, a fundar uma ciência constituída e de proposições intangíveis, mas se interroga sobre sua significação e seu conteúdo de verdade, considerando-a tal como é dada, como conteúdo (provisório) e como processo, sabendo que ela está sempre em gênese⁵⁸ (PATY, 1993, p. 22).

A análise dos documentos históricos disponíveis e o estudo comparativo entre os três textos fundadores da Teoria da Relatividade Restrita, representam importantes documentos relativos à descoberta de Einstein por meio dos quais Paty demonstra que a separação entre o “Contexto da Descoberta” e o “Contexto da Justificação”, pelo menos nesse caso específico, perde o significado, afinal aí “a ‘lógica’ da racionalidade da ‘descoberta’ se encontra correspondente àquela da ‘justificação’, como Reichenbach o notava para a relatividade, se surpreendendo”⁵⁹ (PATY, 1993, p. 23).

Nessa altura, uma citação do próprio Einstein é oportuna: “A ciência não é apenas uma coleção de leis, um catálogo de fatos não relacionados entre si. É uma criação da mente humana, com seus conceitos e idéias livremente inventados” (EINSTEIN, 1976, p. 235). Como veremos a seguir, a partir da descrição de Paty, o próprio desenvolvimento da Teoria da Relatividade Restrita não foi orientado por um trabalho experimental e sim por uma necessidade teórica de resolver aqueles impasses conceituais da física no final do século XIX.

⁵⁷ “[...] don’t la logique n’est que le squelette”.

⁵⁸ “[...] la philosophie de la connaissance ne se propose plus, de nos jours, à la différence de la philosophie transcendente, de fonder une science constituée et aux propositions intangibles, mais s’interroge sur sa signification et son contenu de vérité, la considérant telle qu’elle est donnée, comme contenu (provisoire) et comme processus, sachant qu’elle est toujours en genèse”.

⁵⁹ “[...] la ‘logique’ du raisonnement de ‘découverte’ se trouve correspondre à celle de la ‘justification’, comme Reichenbach le notait pour la Relativité, en s’en étonnant”.

Dessa maneira, a análise da Descoberta nos dá a oportunidade de avaliarmos melhor não apenas o método da teoria, como também o pensamento de seu autor.

Aqueles impasses conceituais, embora embasados em resultados experimentais, o de Michelson-Morley, não se resolveram a partir do resultado negativo deste experimento. É claro que isto tem um papel importante na aceitação da Teoria da Relatividade Restrita, porém, segundo Paty este papel é muito mais de validação do que de motivação. Paty dedica, então, uma longa análise sobre o papel da experiência de Michelson-Morley na Descoberta da Teoria da Relatividade Restrita mostrando que esta experiência não foi o primeiro passo da teoria, e que ela não era uma dificuldade a ser superada e sim uma indicação a favor do princípio de relatividade.

A experiência de Michelson-Morley, analisa Paty, tem uma dupla função: confirmar a validade do princípio de relatividade mostrando a equivalência de todos os sistemas de inércia e mostrar o erro da teoria de Lorentz. Paty explica que a Teoria da Relatividade Restrita contém a fórmula da contração de Lorentz-Fitzgerald como consequência de seus dois princípios fundamentais e não como uma contração de natureza dinâmica dada às forças particulares, mas simplesmente como uma propriedade do movimento relativo que resulta da cinemática. Esta é, segundo ele, uma diferença fundamental entre as teorias de Einstein e Lorentz, entretanto, “os físicos_ e os filósofos_ na sua maioria, seguiram durante muito tempo a lógica da racionalidade de Lorentz e Poincaré, que tomavam esta experiência como ponto de partida nos seus trabalhos de 1904 e de 1905”⁶⁰ (PATY, 1993, p. 120).

Em contrapartida, a lição da Teoria da Relatividade Restrita aos olhos de Einstein, segundo Paty, é a seguinte: “não se trata de construir uma teoria dinâmica a partir de resultados de experiências particulares, mas obter a razão de uma classe muito geral de

⁶⁰ “[...] les physiciens_ et les philosophes_ dans leur majorité ont longtemps suivi la logique du raisonnement de Lorentz et Poincaré”.

fenômenos diretamente a partir de proposições físicas fundamentais”⁶¹ (PATY, 1993, p. 120). Nesse sentido, se a Teoria da Relatividade Restrita resulta, de fato, da exigência de acordar a Teoria Eletromagnética ao Princípio de Relatividade, na busca de teorias não contraditórias, podemos dizer que, neste caso, um elemento do chamado “Contexto da Justificação” está presente no “Contexto da Descoberta”. É esta a coincidência entre o esquema lógico da teoria e o programa que controlou sua descoberta e que foi identificada por Reichenbach. Aceitar esta possibilidade, ou levá-la em consideração, implica em romper com os termos da separação dos contextos, e talvez tenha sido esta a razão pela qual Reichenbach a tratou como simples coincidência.

2.4 AS PISTAS DE UM PERCURSO DE CRIAÇÃO

Uma questão levantada por Paty quanto ao percurso de criação da Teoria da Relatividade Restrita é sobre a possibilidade de reconstituí-lo, uma vez que, se existe uma aceitação de que tal percurso é racional, é preciso poder reconstituí-lo. Reichenbach, ao constatar que o esquema lógico dessa teoria coincide com o programa que controlou sua descoberta, oferece não apenas a possibilidade de reconstituição daquele percurso, como também, e por consequência da reconstituição, garante que uma análise epistemológica da descoberta (deste caso específico, ressalta Paty), possa ter legitimidade. E esta é possível graças a documentos históricos, como diversos textos disponíveis e numerosas correspondências, ambos catalogados no “The collected papers of Albert Einstein”, bem como o próprio artigo de 1905 o qual, nos diz Paty, “pode ser lido como uma exposição resumida

⁶¹ “[...] il ne s’agit pas de construire une théorie dynamique à partir de résultats d’expériences particulières, mais d’obtenir la raison d’une classe très générale de phénomènes directement à partir de propositions physiques fondamentales”.

das razões”⁶² (PATY, 1993, p. 67) que conduziram Einstein “à solução de um problema que ele tinha abordado de fato muito cedo”⁶³ (PATY, 1993, p. 67).

Os citados documentos, tomados em seu conjunto, como também a própria introdução do artigo servem, segundo Paty, de pistas para este percurso de criação tão “envolto de mistérios”⁶⁴ (PATY, 1993, p. 67).

O interesse precoce de Einstein pelos problemas da eletrodinâmica, e que constituem as primeiras pistas de um eixo norteador no seu pensamento, pode ser constatado por meio do trabalho historiográfico de Michel Paty. Exponho abaixo a referência a alguns desses documentos que demonstram uma evolução de idéias:

- Um texto escrito ao tio, aos seis anos, intitulado “Sobre o exame do estado do éter no campo magnético”, catalogado em “The collected papers of Albert Einstein”, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1987;
- Em suas “Notas Autobiográficas” há referência à tomada de consciência de um paradoxo, a aparente contradição dos princípios, o que será, como já sabemos, o conflito essencial a ser resolvido:

[...] um paradoxo ao qual eu me tinha colocado aos seis anos de idade: se eu persigo um raio de luz à velocidade c (velocidade da luz no vácuo), eu observarei este raio como um campo eletromagnético em repouso, se bem que de um ponto de vista espacial ele seja oscilatório⁶⁵ (PATY, 1993, p. 68);

- Pela biografia de Rudolf Kayser, no segundo ano da Politécnica, Einstein “encontra o problema da luz, do éter e do movimento da terra”⁶⁶ (PATY, 1993, p. 70), problema que não o deixaria mais, completa Paty;

⁶² “Nous disposons aussi de l’introduction du texte fondateur de 1905, qui peut être lue, nous le verrons, dans son style lapidaire même, et bien que l’on n’y trouve aucune référence personnelle, comme un exposé résumé des raisons...”

⁶³ “[...] qui l’ont conduit à la solution d’un problème qu’il avait abordé en fait très tôt...”

⁶⁴ “[...] entourée de mystère”.

⁶⁵ “[...] un paradoxe auquel je m’étais déjà heurté à l’âge de seize ans: si je poursuis un rayon de lumière à la vitesse c (vitesse de la lumière dans le vide), j’observerai ce rayon comme un champ électromagnétique au repos, bien que d’un point de vue spatial il soit oscillatoire”.

⁶⁶ “[...] rencontra le problème de la lumière, de l’éther et du mouvement de la Terre”.

- Um texto da Conferência de Kyoto em 1922, com todas as ressalvas de um texto transcrito e traduzido, Paty afirma que ele foi útil para esclarecer um caminho:

Foi há dezessete anos aproximadamente que a idéia de desenvolver o princípio de relatividade me veio ao espírito. Eu não posso muito seguramente dizer de onde esta idéia veio. Eu estou certo todavia que ela teve sua origem no problema da ótica dos corpos em movimento⁶⁷ (PATY, 1993, p. 70);

- As várias correspondências à Mileva Maric, Grossmann e Michele Besso, no período de 1901 a 1903, “mostravam o interesse constante de Einstein pelos problemas que o conduziram à teoria da Relatividade, e exprimem a sua intenção em estudar profundamente a eletrodinâmica”⁶⁸ (PATY, 1993, p. 72);
- Ainda no texto da Conferência de Kyoto, Paty extrai uma passagem interessante:

Eu era ainda estudante, e eu brincava com esta idéia (de realizar uma experiência sobre o vento de éter), até que eu tomei os resultados estranhos da experiência de Michelson, e eu me dei conta que se eu aceitasse seu resultado, seria provavelmente necessário considerar que a terra está em movimento em relação ao éter. Tal foi o primeiro passo que me levou ao que hoje eu chamo de princípio da relatividade restrita. Em seguida, eu me pus a pensar que, se bem que a terra gira em torno do sol, não se pode detectar este movimento pelas experiências com a luz⁶⁹ (PATY, 1993, p. 72);

- Segundo Paty, Einstein teria tomado conhecimento do trabalho de Lorentz de 1895 “muito provavelmente nos primeiros meses do ano de 1902”⁷⁰ (PATY, 1993, p. 73), o que estaria indicado numa carta à Mileva Maric com data de 28 de dezembro de 1901.

Além da presença de uma convicção, que se revela na prioridade dada ao princípio de relatividade, havia em Einstein certa capacidade para a condução do seu pensamento de maneira a esquivar-se de obstáculos, é o que Paty nos revela a partir de citações como a

⁶⁷ “C’est il y a dix-sept ans environ que l’idée d’essayer de développer le principe de relativité m’est venue à l’esprit. Je ne peux bien sûr pas dire de façon absolument certaine d’où cette idée est venue. Je suis sûr cependant qu’elle a son origine dans le problème de l’optique des corps en mouvement”

⁶⁸ “[...] font était de l’intérêt constant d’Einstein pour les problèmes qui l’ont conduit à la théorie de la Relativité, et expriment son intention d’étudier en profondeur l’électrodynamique”.

⁶⁹ “J’étais encore étudiant, et je jouais avec cette idée (de réaliser une expérience sur le vent d’éther), lorsque j’apprenais les résultats étranges de l’expérience de Michelson, et je me rendis compte que si l’on acceptait son résultat, il serait probablement faux de considérer que la Terre est en mouvement par rapport à l’éther. Tel fut le premier pas qui me menait vers ce que j’appelle aujourd’hui le principe de la relativité restreinte. Ensuite, je me mis à penser que, bien que la Terre tourne autour du Soleil, on ne peut pas détecter ce mouvement par des expériences avec la lumière.

⁷⁰ “[...] très probablement des premiers mois de l’année 1902”.

seguinte extraída das “Notas Autobiográficas”: “[...] eu aprendi bem cedo a pressentir o que pode conduzir ao fundamental e deixar o resto, essa multiplicidade de coisas que encobrem o espírito e o tiram do essencial”⁷¹ (PATY, 1993, p. 74). Mas Einstein defrontou-se com importantes obstáculos, como veremos a seguir.

Einstein, segundo Paty nos mostra, aponta para “uma rigidez dogmática em matéria de princípios”⁷² (PATY, 1993, p. 74) no contexto da mecânica. E em relação à termodinâmica clássica ele diz: “ela é a única teoria física de conteúdo geral que eu estou convencido de que não será jamais superada, pela utilização dos seus conceitos fundamentais”⁷³ (PATY, 1993, p. 75). Segundo Paty, essas características destacadas acima por Einstein “concorreram para sua convicção que deveria existir qualquer princípio fundamental mais poderoso do que aqueles das teorias particulares, cheios de contradições”⁷⁴ (PATY, 1993, p. 75). Com isso, podemos dizer que essas contradições representaram um grande obstáculo que resultou numa busca de rigor lógico. Assim, a teoria “simples e destituída de contradições”, que Einstein buscava, não surge instantaneamente formulada no artigo de 1905, mas se constrói durante todo o percurso de criação.

Outro obstáculo a ser superado era a Assimetria que aparecia na introdução do artigo, sobre o efeito recíproco de um ímã e um condutor em movimento relativo um sobre o outro. Segundo Paty, a sua posição no artigo foi estratégica, confirmando-se nas palavras do próprio Einstein: “O fenômeno da indução eletromagnética me forçava a formular o postulado do princípio da relatividade (restrita)”⁷⁵ (PATY, 1993, p. 79).

⁷¹ “[...] j’apppris bientôt à subodorer ce qui peut conduire au fondamental et à délaisser le reste, cette multitude de choses qui encobrent l’esprit et le détournent de l’essentiel” (ver notas 11 e 12 do capítulo 3)

⁷² “[...] une rigidité dogmatique en matière de principes”.

⁷³ “Elle est la seule théorie physique de contenu general dont je suis convaincu qu’elle ne sera jamais renversée, pour ce qui est de l’utilisation de ses concepts fondamentaux”.

⁷⁴ “[...] ont concouru à sa conviction qu’il devait exister quelque principe fondamental plus puissant que celui des théories particulières, entachées de contradictions”.

⁷⁵ “Le phénomène de l’induction électromagnétique me poussait à formuler le postulat du principe de relativité (restreinte)”.

Mas restava um obstáculo, este considerado por Paty como fundamental: “as leis da eletrodinâmica na formulação de Maxwell-Lorentz privilegiam o sistema do éter, a velocidade da luz não é constante e independente do movimento de origem senão em relação ao espaço absoluto, o que contradiz o princípio de relatividade”⁷⁶ (PATY, 1993, p. 80).

De um artigo escrito em 1921 (A brief outline of the development of the théorie of relativity, *Nature*, CVI, 1921, 782-784), Paty destaca as seguintes declarações de Einstein:

- “A teoria da relatividade restrita deve sua origem a esta dificuldade (a preferência dada, na teoria de Lorentz, ao sistema de coordenadas do éter)”, a qual, “em razão da sua natureza fundamental, era tida como intolerável”⁷⁷ (PATY, 1993, p. 81).
- “Esta teoria (a Relatividade restrita) teve sua origem na resposta à questão seguinte: o princípio de relatividade restrita está realmente em contradição com as equações de Maxwell para o espaço vazio?”⁷⁸ (PATY, 1993, p. 81).

Por fim, uma outra citação que explicita o problema de Einstein: “O conteúdo da teoria é a resposta à questão: como se deve modificar as leis da natureza para dar conta do postulado da constante da velocidade da luz?”⁷⁹ (PATY, 1993, p. 81).

Paty nos mostra que após a colocação do problema, na introdução do artigo, basicamente a questão da assimetria e da contradição dos dois princípios, Einstein apresentará a sua solução: “Minha solução, escreve ele, se apóia de fato sobre o conceito de tempo. Mais precisamente, o tempo não pode ser definido de maneira absoluta, e há uma conexão

⁷⁶ “[...] les lois de l'électrodynamique dans la formulation de Maxwell-Lorentz privilégient le système de l'éther, la vitesse de la lumière n'est constante et indépendante du mouvement de la source que par rapport à l'espace absolu, ce qui contredit le principe de relativité”.

⁷⁷ “La théorie de la Relativité restreinte doit son origine à cette difficulté (la préférence donnée, dans la théorie de Lorentz, au système de coordonnées de l'éther)”, à qual, “en raison de sa nature fondamentale, était ressentie comme intolérable”.

⁷⁸ “Cette théorie (la Relativité restreinte) a son origine dans la réponse à la question suivant: le principe de relativité restreinte est-il réellement en contradiction avec les equations de Maxwell pour l'espace vide?”

⁷⁹ “Le contenu de la théorie est la réponse à la question: comment doit-on modifier les lois de la nature pour tenir compte du postulat de la constance de la vitesse de la lumière?”

indissociável entre o tempo e a velocidade de um sinal”⁸⁰ (PATY, 1993, p. 85). Isto deixa claro para Einstein, segundo nos diz Paty, que sua teoria estava correta mesmo que de um ponto de vista filosófico, como o próprio Einstein observou. E ao resumir seu próprio trabalho ele diz: “Assim, a teoria da Relatividade restrita estava criada”⁸¹ (PATY, 1993, p. 85).

A aparente contradição entre os dois princípios era devido a uma premissa da teoria de Lorentz, que ainda vigorava, segundo a qual a velocidade da luz não é constante num sistema senão naquele do éter, enquanto que, o Princípio de Relatividade colocado por Einstein deveria ser válido para todos os outros sistemas de inércia. Na verdade, analisa Paty, o elemento conceitual responsável pela incompatibilidade era a regra implicitamente contida no pensamento dos princípios da adição galileana das velocidades. Assim, o que é incompatível não são os dois princípios, mas as três proposições seguintes tomadas em conjunto: primeiro, o Princípio de Relatividade, segundo, a constância da velocidade da luz, e terceiro, as equações de transformação clássicas e a lei do paralelograma das velocidades.

A resolução analítica da incompatibilidade dos dois princípios por Einstein é, segundo Paty, um grande momento de inovação, pois a Teoria da Relatividade Restrita preserva apenas os dois princípios e rejeita aquilo que para todos era inquestionável, as equações galileanas. Além disso, os dois princípios estão unidos da seguinte maneira: o segundo está submetido ao primeiro que, por sua vez, fornece as novas definições conceituais que permitem ao segundo sua validade universal, além do seu domínio de origem, a mecânica clássica. Desde então, analisa Paty, a constância da velocidade da luz não é mais do que um caso particular do Princípio de Relatividade.

A seqüência da introdução do artigo, acrescenta Paty, “parece bem resumir um percurso, reproduzindo sua lógica particular e deixando mesmo se transformar no traço da

⁸⁰ “Ma solution, écrit-il, portait en fait sur le concept de temps. Plus précisément, le temps ne peut pas être défini de façon absolue en lui-même, et il y a une connexion indissociable entre le temps et la vitesse d’un signal”.

⁸¹ “Ainsi la théorie de la Relativité restreinte était créée”.

obstinação sobre o obstáculo”⁸² (PATY, 1993, p. 88). E é sobre este caminho particular que Paty conclui esta parte de sua análise da gênese da Teoria da Relatividade Restrita: “Esta lógica ‘instintiva’ está ligada a seu estilo científico e iluminando, antes de todas as outras análises, a dimensão filosófica”⁸³ (PATY, 1993, p. 88).

2.4.1 A Invenção Racional da Teoria da Relatividade Restrita

Por meio de uma análise comparativa dos textos que compõem a “Tríade da Relatividade Restrita”, como a denomina Michel Paty, este destaca os aspectos essenciais daquilo que ele tem chamado de “invenção racional” ou a gênese do trabalho de Einstein de 1905.

Imbuído de apurado espírito investigativo, Paty observa que os trabalhos de Lorentz (“Fenômenos eletromagnéticos num sistema em movimento a uma velocidade qualquer menor que a da luz”), em 1904, e o de Poincaré (“Sobre a dinâmica do eletron”), em 1905, são surpreendentemente próximos ao clássico artigo de Einstein “Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”. A proximidade surpreende pelo fato de que Einstein só tomaria conhecimento deles tempos depois da publicação do seu artigo.

Segundo Paty nos mostra, os três trabalhos apresentam os seguintes pontos em comum:

- São centrados no problema da eletrodinâmica e na impossibilidade de caracterizar o movimento absoluto;
- Propõem uma formulação fundamental e sistemática do problema, considerado na sua generalidade;

⁸² “[...] paraît bien résumer un parcours, reproduisant sa logique particulière et laissant même deviner la trace de la butée sur l’obstacle”.

⁸³ “Cette logique ‘instinctive’ appartient à son style scientifique et en éclaire, avant tout autre analyse, la dimension philosophique”.

- São orientados pela formulação do princípio de relatividade, possuindo um enunciado dele;
- Possuem as fórmulas de transformação das coordenadas para passar de um sistema de inércia a outro;
- Possuem as fórmulas de variação da massa do elétron com a velocidade;
- Possuem as leis de transformação, quase análogas, das grandezas eletromagnéticas.

Quanto à estrutura do trabalho de Einstein, segundo Paty, o que faz a originalidade do artigo de 1905, superando os dois trabalhos contemporâneos de Lorentz e Poincaré é que: “Um e outro fizeram do princípio de relatividade um resultado imediatamente empírico (no sentido de: tirar das experiências) e não se deram conta, por esta razão, da dificuldade apontada por Einstein”⁸⁴ (PATY, 1993, p. 82).

Os dois princípios postos por Einstein na introdução do artigo eram à primeira vista incompatíveis. “De fato, segundo a teoria de Maxwell na formulação que havia sido dada por Lorentz (em 1895), a velocidade da luz é constante e independente do movimento de origem para o éter (imóvel), o que conferia um privilégio a este sistema de inércia particular, em repouso. Ela (a velocidade da luz) não podia então ser a mesma num sistema em movimento de inércia em relação àquele e respeitar o princípio de relatividade”⁸⁵ (PATY, 1997, p. 58). Mas, a resolução daquela incompatibilidade, como foi visto, está na nova lei de composição das velocidades, por isso seu lugar estratégico na economia do artigo.

Paty explica o porquê da estratégia: “a fórmula relativista de composição das velocidades marca a reconciliação dos princípios postos na introdução, e é daí que vem a suspensão da teoria do éter: a razão seria suficiente para colocar um ponto final na teoria do

⁸⁴ “L’un et l’autre faisaient du principe de relativité un résultat immédiatement empirique (au sens de: tire des expériences) et ne se rendaient pas compte, pour cette raison, de la difficulté remarquée par Einstein”.

⁸⁵ “En effet, selon la théorie de Maxwell dans la formulation qu’en avait donnée Lorentz (em 1895), la vitesse de la lumière est constante et indépendante du mouvement de la source pour l’éther (immobile), ce qui conférerait un privilège à ce système d’inertie particulier, au repos. Elle ne pouvait donc être la même dans un système en mouvement d’inertie par rapport à celui-ci et respecter le principe de relativité”.

éter e concluir todo desenvolvimento das considerações em cinemática”⁸⁶ (PATY, 1993, p. 63). Assim, um dos maiores problemas enfrentados pelos físicos da época é resolvido por meio da argumentação, sem o recurso experimental.

Em relação à adição das velocidades, Einstein se distingue de Lorentz e Poincaré em dois momentos, analisa Paty: por um lado, ele jamais lançou mão da soma clássica da adição das velocidades, diferentemente de Lorentz; por outro lado, e diferentemente de Poincaré, Einstein não procede à dedução desta nova lei de composição a partir das fórmulas de transformação, como explica Paty: “É somente depois de haver estabelecido em todas as suas conseqüências o caráter plenamente físico dessas grandezas tais como elas são assim redefinidas, que ele exprime a nova lei de composição das velocidades”, e mais adiante acrescenta: “desde logo, isso vai bem adiante de uma simples propriedade matemática”⁸⁷ (PATY, 1993, p. 62).

Por fim, e a propósito da escolha do princípio fundamental, que é fundamental para Einstein, Paty enumera o que serviu de sustento para esta escolha: o argumento da simetria que critica as explicações não unívocas dos fenômenos eletromagnéticos e a ausência de resultados positivos para provar o movimento absoluto. Estes argumentos, por sua vez, baseiam-se nas seguintes concepções de Einstein: ele via limites na mecânica e na eletrodinâmica e traduzia os princípios gerais dos fenômenos em proposições teóricas. Assim, o princípio de relatividade é, ao mesmo tempo, factual, referindo-se aos fenômenos da natureza, e teórico, por sua função de princípio.

Assim, por meio da análise de Michel Paty, é possível reconstruir o percurso de criação da Teoria da Relatividade Restrita, graças aos diversos documentos históricos, garantindo, portanto, a afirmação de que pelo menos neste caso específico, existe uma

⁸⁶ “[...] la formule relativiste de composition des vitesses marque la réconciliation des principes poses dans l’introduction, et c’est elle qui sonne le glas de l’éther: la raison serait suffisante pour la faire figurer en point d’orgue et conclusion du développement des considérations de cinématique”.

⁸⁷ “C’est seulement après avoir établi dans toutes ses conséquences le caractère pleinement physique de ces grandeurs telles qu’elles sont ainsi redéfinies, qu’il exprime la nouvelle loi de composition des vitesses” [...] “dès lors, celle-ci va bien au-delà d’une simple propriété mathématique”.

Racionalidade na Descoberta, ou em outras palavras, existe uma linha de raciocínio guiada pela busca de argumentos não contraditórios e conceitos plenos de significação física. É isto que me orienta para contestar aquela separação dos contextos de uma teoria em duas fases separadas, um “Contexto da Descoberta” e um “Contexto da Justificação”, onde a primeira não faria parte da análise epistemológica pela natureza subjetiva. No primeiro capítulo, após analisar o argumento de Reichenbach, mostrei que ele não conseguiu isolar todo o elemento de subjetividade do âmbito epistemológico e que, além disso, sua epistemologia fundamenta-se, como ele defende, numa teoria probabilística que apresenta fragilidades.

Diante de um dos problemas epistemológicos fundamentais, o da constituição e natureza do conhecimento científico, e, tomando a orientação de Michel Paty no sentido de assumir “que esse tema pertença de direito ao domínio da investigação filosófica e que não possamos nos contentar em remetê-lo à psicologia ou ao estabelecimento de consensos sociais cristalizados em ‘paradigmas’” (PATY, 2001b, p. 181), espero poder contribuir para a discussão dessa questão que tem, a meu ver, uma forte ligação com o espírito deste programa de mestrado uma vez que, a um só tempo, congrega elementos da Filosofia e da História das Ciências, podendo ter repercussões no Ensino das Ciências.

Einstein, em “A Evolução da Física”, faz uma análise do movimento ao longo da história da física de uma maneira muito próxima das investigações detetivescas, como ele próprio chega a comparar e cita a grande referência literária de Arthur Conan Doyle. Refere-se ao conhecimento do mundo físico como uma grande história de mistério e ao problema do movimento como um enigma, e segue apontando obstáculos que podem comprometer a escolha das verdadeiras pistas.

Foi interessante observar uma grande semelhança entre aquele procedimento de análise na obra acima citada e a colocação do problema da Teoria da Relatividade Restrita, pois este é construído em forma de enigma: dois princípios que seriam os sustentáculos de

uma teoria são, aparentemente, contraditórios. Essa “metodologia enigmática”, se posso dar essa denominação, é muito didática porque impõe um suspense que capta a atenção e promove a reflexão. Poder-se-ia buscar aí alguma contribuição para o Ensino das Ciências?

Michel Paty, por seu lado, ao empreender sua análise vai em busca de pistas, fala de obstáculos e reconhece eventos misteriosos. Teria ele “aprendido” alguma lição metodológica com Einstein?

A construção enigmática é essencialmente filosófica uma vez que a filosofia surgiu envolta dos mistérios da adivinhação e do enigma entre os sábios gregos, cujo espírito, Paty encontra presente no pensamento de Einstein considerando-o um “savant” e defendendo um “Einstein Philosophe”. Nesse sentido, o que caracteriza o trabalho de Einstein no artigo de 1905 em relação aos trabalhos de Lorentz e Poincaré de 1904 e 1905, respectivamente, é uma argumentação inusitada, como diz Paty, a qual, ao dispor de dados semelhantes disponíveis também para Lorentz e Poincaré, toma uma forma diferente. Bom, o que é isto, uma forma argumentativa que busca elementos não contraditórios mesmo que dentro de uma “aparente contradição” e que cria conceitos novos? Isto é filosofia e filosofia com gosto grego!

Resta uma investigação cujo objetivo será o de seguir o fio da Racionalidade a qual Paty se refere na Descoberta da Teoria da Relatividade Restrita, o que nos ocupará no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 - UMA ANÁLISE DA RACIONALIDADE NA PERSPECTIVA DE MICHEL PATY

Il est vrai que la possibilité même de la découverte de connaissances nouvelles, qui comprend l'extension du champ de ce qui est connu, mais aussi la réorganisation des connaissances acquises quand elles sont placées sous un nouveau point de vue, pose le problème de la rationalité de ces connaissances, notamment dans le processus même de leur surgissement.⁸⁸
Michel Paty

A separação entre um “Contexto da Descoberta” e um “Contexto da Justificação” feita por Reichenbach é um reflexo de como ele concebia a relação entre as tarefas do cientista e do filósofo, bem como da sua idéia que a física, enquanto ciência empírica, propor-se-ia apenas, partindo de certos fatos da experiência, a prever outros fatos verificáveis. Esta visão fundamenta a interpretação de Reichenbach, segundo a qual, a Teoria da Relatividade Restrita edificou-se sobre o resultado negativo da experiência de Michelson e Morley, atribuindo assim, a Einstein uma posição filosófica empirista.

Michel Paty, por sua vez, fundamentado em concepções diferentes das de Reichenbach, apresenta, como vimos no segundo capítulo, sua interpretação sobre Einstein e a origem da Teoria da Relatividade Restrita. O que garante sustentação à interpretação de Paty para que não se instale uma simples oposição de interpretações, é exatamente a pesquisa que mostrou um percurso provável do encaminhamento real que conduziu Einstein à formulação de sua teoria, posto que não encontrei incoerências ou contradições nesta análise.

Foi então, que a análise cuidadosa de uma concepção teórica nova, mais do que trazer para a física novos conhecimentos, trouxe também, para a filosofia, a oportunidade de analisar

⁸⁸ “É à possibilidade mesma da descoberta de conhecimentos novos, que compreende a extensão do campo do que é conhecido, mas, também, a reorganização dos conhecimentos adquiridos quando eles são colocados sob um novo ponto de vista, que se põe o problema da racionalidade desses conhecimentos, notadamente no próprio processo de seu surgimento”.

uma racionalidade desenhada por uma reorganização das significações. “A questão da significação dos conceitos e das proposições de uma teoria é de natureza complexa”, analisa Paty (1993b, p. 105), “exige clarificação e distinção entre o que pertence, respectivamente, à física (mais geralmente, à ciência) e à filosofia” (PATY, 1993b, p. 105). Essa atenção ao que pertence à tarefa do físico e do filósofo é, aos olhos de Paty, uma evidência da forte ligação entre ambas, ou, em outras palavras, da dimensão filosófica do trabalho científico.

Mas, segundo Paty, existem outros aspectos filosóficos inerentes ao trabalho científico: “Tais são, principalmente, as questões referentes à natureza e à validade do conhecimento científico, à estrutura formal ou lógica das teorias, à determinação de sua relação com a experiência.” (PATY, 1993b, p. 106). Estas concepções em verdade estão embutidas no trabalho de investigação, “estão incorporadas às suas ferramentas intelectuais”, diz Paty, e “constituem elementos de seu programa” (PATY, 1993b, p. 106).

A forma como Michel Paty expõe a complexidade da estruturação da pesquisa científica em torno de uma teoria, é denominada por ele de programa epistemológico. Um programa epistemológico dado traduz-se, em física, por uma visão sobre a situação e o alcance da teoria, diz Paty, de maneira que cada passo do programa seja fundamentado por um método e um projeto (ou, a procura de alguma coisa), e orientado por uma “economia do pensamento lógico”. Este princípio da economia do pensamento é tomado de empréstimo por Paty, como ele mesmo o diz, de Mach, “desviando-o, sem vergonha, do projeto do qual ele o formulava (as leis são puramente descritivas, e, entre duas hipóteses, deve-se escolher a mais econômica)” (PATY, 1995, p. 45). Segundo Paty, esta escolha não é um simples elemento arbitrário do convencionalismo, pois ela deve respeitar o raciocínio lógico, que liga as duas pontas da cadeia do programa epistemológico: as hipóteses teóricas e as conclusões inferidas.

O Programa Epistemológico de Paty, apesar de tributário de Mach, Poincaré e Lakatos, apresenta a seguinte proposta epistemológica que constitui seu programa num Realismo Racional e Crítico:

Que estima - e postula - que o pensamento racional pode alcançar o conhecimento desse real, mas de maneira indireta, por intermédio de símbolos, conceitos, princípios, que são construções do pensamento pelas quais ela substituiu as determinações do real; mas que sabe que esse conhecimento, essa reconstituição do real pelo pensamento representativo jamais é concluída, pois não podemos esperar uma superposição exata entre o real e sua representação simbólica: e é por isso que o aspecto crítico desse realismo racional se impõe como o requerido para polir, para modificar os elementos, inclusive fundamentais, dessa representação (PATY, 1995, p. 46).

Michel Paty dispõe, então, de uma posição epistemológica aberta a investigar a racionalidade, e já fala de uma filosofia da descoberta ou da criação científica, afinal, a descoberta “é uma realidade factual indiscutível na história das ciências”⁸⁹ (PATY, 2002, p. 10). Assim, tomando a filosofia como pensamento crítico, e, dando atenção às proposições finais (no sentido provisório de estabelecido) da ciência, e da mesma maneira, a questão da racionalidade da descoberta, “da qual a lógica é apenas o esqueleto” (PATY, 1993b, p. 109), Paty como que amplia a noção de “metodologia dos programas científicos de pesquisa” de Imre Lakatos (1978). Se este autor abre um espaço de complexidade para analisar a teoria, seu programa de pesquisa e seu poder heurístico, o que significa abrir a questão da racionalidade, não a desenvolve e mantém sua idéia de “reconstrução racional” dentro de uma noção restrita de racionalidade.

A abordagem de Paty dá ênfase à semântica dos conceitos, mas não ao seu lugar na estrutura lingüística e sim à sua natureza, pois a pergunta “como fala a ciência?” ultrapassa a simples análise lingüística e lógica, e é igualmente subordinada a esta: de que fala a ciência? “isto é, ao conteúdo e ao objeto dessa ciência” (PATY, 1995, p. 40). Não é demais acrescentar, afinal Paty toma o cuidado de deixar claro, que “evidentemente, é sempre no

⁸⁹ “[...] c’est une réalité factuelle indéniable en histoire des sciences”.

interior de um discurso que falamos de um objeto, e este fato não é indiferente” (PATY, 1995, p. 40).

O caso da gênese da Teoria da Relatividade Restrita, tal como foi analisado por Paty, mostrou que a filosofia aí esteve presente, na medida em que o ordenamento das significações obedeceu a uma racionalidade, pois a filosofia também compreende “o movimento que estabelece as proposições fundamentais da ciência” (PATY, 1993b, p. 110). Mas, que concepção de racionalidade dá coerência a esta abordagem?

É possível falar de racionalidades diversificadas, segundo Paty, de acordo com os diferentes campos disciplinares, afinal em cada um deles há critérios específicos de cientificidade, bem como de acordo com os períodos históricos e as perspectivas individuais. E dentro dessas diversas formas de racionalidade, diz ele, a razão pode ser definida por sua função: a de integração de conhecimentos no nosso entendimento.

Se for coerente a descrição da Teoria da Relatividade Restrita, e se concordamos com Paty de que “a descoberta de um elemento novo do conhecimento resulta sempre de um ponto de vista singular”, é possível caracterizar a razão como uma “função do espírito”, como ele defende, pois ela não é uma “entidade fechada” num âmbito totalmente analítico. Dessa maneira, a racionalidade não se encontra apenas no rigor (garantido pela lógica), mas também na intuição. E neste momento Paty está lançando mão de uma concepção de Poincaré, segundo a qual a intuição permite “preencher o abismo que separa o símbolo e a realidade”^{90,91} (PATY, 2002). A idéia de intuição, explica Paty, não se reduz ao sentido psicológico e integra sua concepção de racionalidade na medida em que representa uma função do pensamento e que ele denomina de visão intelectual sintética ou intuição intelectual.

Entre filósofos da ciência no século XX que não ignoraram a natureza das questões que ora são postas, afirma Paty, está “o Bachelard do Racionalismo Aplicado”. Esta forma de

⁹⁰ “[...] combler l’abîme qui separe le symbole de la réalité”.

⁹¹ Este texto encontra-se sous presse, porém, pode ser obtido por intermédio do e-mail: paty@paris7.jussieu.

se referir a Bachelard está relacionada a uma crítica feita por Paty ao que teria sido um erro de análise na consideração da Teoria da Relatividade Restrita como uma construção indutiva. Segundo Paty, não somente filósofos como Reichenbach, mas outros, de correntes diferentes, inclusive, o próprio Bachelard, partilharam dessa interpretação indutiva. Esta foi uma descoberta interessante para mim, porque sendo Paty um herdeiro da tradição francesa, na qual Bachelard é um expoente de peso e referência para o seu próprio pensamento, aquela crítica dá uma credibilidade maior às suas análises, pois mostra seu compromisso com o esclarecimento dos fatos. Em “O Racionalismo Aplicado”, entretanto, a idéia de racionalismos regionais está próxima da concepção de racionalidade de Paty.

Segundo Paty, os fatos da realidade e da experiência humana mostram que as formas concebidas como sendo aquelas da razão não são as mesmas para todos e não são imutáveis, porém a função correspondente é universal: “ela é posta pela possibilidade de comunicar e pela igualdade das capacidades potenciais de cada um: ela permanece, em suma, segundo as palavras de Descartes, ‘a coisa do mundo melhor partilhada’”⁹² (PATY, 2002). Se, ao constatar mudanças nos conhecimentos, é possível considerar modificações também na estrutura dos processos de raciocínio, como o faz Paty. Destacando dentro desta estrutura uma forma e uma função com características diferenciadas, então, é igualmente possível conduzir uma análise para a função da inteligibilidade e da criação científica. O que será visto a seguir.

3.1 A RACIONALIDADE À LUZ DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

A história das ciências, bem como as ciências em seu estado atual, reflete Paty, constituem para a epistemologia um campo muito rico e vivo de problemas. Ele nos chama à atenção para o fato de que há um “campo de problemas (filosóficos e epistemológicos) a

⁹² “[...] elle est attestée par la possibilité de communiquer et par l’égalité des capacités pottentielles de chacun: elle reste, en somme, selon les mot de Descartes, “la chose du monde la mieux partagée” (ver nota 4).

investigar, e não um lugar de aplicação de teses a ilustrar, como seria o caso para uma filosofia das ciências normativa, a qual, em realidade, é concebida como separada da história das ciências”⁹³ (PATY, 2001a, p. 60). Assim é o caso para a análise das noções de racionalidade e inteligibilidade apresentadas por Paty.

É preciso abrir um campo para uma inteligibilidade em seus diversos aspectos que vão “da racionalidade (mais larga e complexa que a pura lógica) à ação prática (com o pensamento técnico); à estética e às escolhas éticas; à comunicabilidade dos conhecimentos, no tempo e no espaço; e também à criação científica”⁹⁴ (PATY, 2001a, p. 59).

Paty faz uma análise da corrente analítica da filosofia das ciências da tradição anglo-saxã, que foi, segundo ele, “muito influente, para o melhor e para o pior, sobre a filosofia do conhecimento de nosso tempo”⁹⁵ (PATY, 2001a, p. 61). Segundo ele, a esta filosofia faltava alguma coisa de importante, pois insistia de maneira unilateral sobre as questões da linguagem, da lógica das proposições e das significações. Estas questões são certamente fundamentais, porém basta olhar a história das ciências e o seu devido valor para perceber

[...] não apenas que os conhecimentos evoluem e se modificam sem cessar, mas que eles não são uniformes e de natureza semelhante uns em relação aos outros, ainda mais quando se considera a variedade das disciplinas e a heterogeneidade dos sistemas de saberes nas diferentes civilizações e nas diversas épocas⁹⁶ (PATY, 2001a, p. 61).

É interessante registrar a concepção de história das ciências dada por Paty:

Em poucas palavras, a história das ciências é a história dos conhecimentos que, por intermédio do espaço e do tempo, se inventam, se transmitem, se aplicam, se modificam, e também se refletem sobre eles mesmos, pelo

⁹³ “[...] un champ de problèmes(philosophiques et épistemologiques) à inventorier, et non un lieu d’application de thèses à illustrer, comme serait le cas pour une philosophie des sciences normative qui serait, en réalité, conçue séparée de l’histoire des sciences”.

⁹⁴ “[...] de la rationalité(plus large et complexe que la seule logique) à l’action pratique(avec la pensée technique), à l’esthétique et aux choix éthiques, à la communicabilité des connaissances, dans le temps et dans l’espace, et aussi à la création scientifique”.

⁹⁵ “[...] très influente, pour le meilleur et pour le pire, sur la philosophie de la connaissance de notre temps”.

⁹⁶ “[...] nom seulement que les connaissances bougent et se modifient sans cesse, mais qu’elles ne sont pas uniformes et de nature semblable les unes par rapport aux autres, si l’on considère tant la variété des disciplines que l’hétérogénéité des systèmes de savoirs dans les différentes civilisations et aux diverses époques”.

pensamento crítico e filosófico, e pela interpenetração com outras instâncias de cultura⁹⁷ (PATY, 2001a, p. 62).

O sustentáculo maior das idéias que Michel Paty apresenta está nas lições da história das ciências, é a partir delas que ele afirma que os conhecimentos não são transmitidos de maneira uniforme, que os cientistas não fazem exatamente a mesma leitura de um fato, ou de um problema, ou de uma proposição científica, apesar, ressalta ele, de serem apresentados numa formulação a mais objetiva possível.

Paty extrai uma citação de Einstein, em suas “Notas Autobiográficas”, onde ele faz a seguinte declaração: “[...] j’appris bientôt à *subodorer* ce qui peut conduire au fondamental...”⁹⁸ (PATY, 1993, p. 74). O termo destacado por Paty, *subodorer*, é o correspondente em francês para a palavra alemã “*herauszuspüren*” que traz o sentido daquilo que é percebido, ou sentido, ou descoberto (“*spüren*”), de dentro para fora (“*heraus*”)⁹⁹. O termo em francês pode ser traduzido em português por “*pressentir*”, o que fica bem próximo de “*intuir*”. Assim, podemos compreender o que Paty chama de “*intuição intelectual*”, ou “*percepção sintética imediata*”¹⁰⁰ (PATY, 2001a, p. 64). Isto se aplica aos casos em que se constata a coerência dos “*fatos da inteligência*”, como no caso da Teoria da Relatividade Restrita. E mesmo que não se possa lhes dar descrição detalhada para análise, esses “*fatos da inteligência*” podem ser comprovados historicamente.

Se o caso da Teoria da Relatividade Restrita, como foi aqui descrito no segundo capítulo, pode estar apoiado sobre uma racionalidade que, ao invocar algo como uma “*intuição intelectual*”, estende-se para além da lógica, então, Paty pode pensar em um critério de racionalidade, a partir do qual haja

⁹⁷ “En bref, l’histoire des sciences est l’histoire des connaissances qui, à travers de l’espace et le temps, s’inventent, se transmettent, s’appliquent, se modifient, et aussi qui se réfléchissent sur elle-mêmes, par la pensée critique et philosophique, et par l’interpénétration avec d’autres instances de culture”.

⁹⁸ “[...] eu compreendi bem cedo a *pressentir* o que pode conduzir ao fundamenta [...]”

⁹⁹ Os termos em alemão foram examinados no Dicionário Alemão-Português, de Leonardo Tochtrop.

¹⁰⁰ “*Perception synthétique immédiate*”.

[...] a possibilidade de descrever (e de comunicar) os conhecimentos científicos adquiridos, e permita também, por sua flexibilidade mesma, conceber que a invenção científica seja possível como resposta original e singular a uma exigência de inteligibilidade posta de maneira particular¹⁰¹ (PATY, 2001a, p. 64).

Assim, é racional se há inteligibilidade. Mas não se trata de uma inteligibilidade particular fechada na sua própria singularidade, e sim, do que pode ser transmitido e adotado por outros, afinal a possibilidade da comunicação é uma condição necessária à inteligibilidade. Contudo, reafirma Paty, “sempre resta o objeto de uma adaptação idiosincrática na assimilação por uma inteligência particular”¹⁰² (PATY, 2001a, p. 64).

Esta concepção de inteligibilidade apresentada por Michel Paty encontra-se estreitamente relacionada ao pensamento grego original, de onde brotam filosofia e ciência, manifestações de um pensamento conceitual, diz ele, e que se desenvolveu, muito provavelmente, depois do pensamento técnico-estético. “A técnica, que é um pensamento (prático) racional, é sem dúvida, como a ciência, um pensamento que tem, de certa maneira, uma estética e as outras dimensões que nós temos mencionado”¹⁰³ (PATY, 2001a, p. 64).

Dessa maneira, vemos que a ciência está ligada à racionalidade, mas também a uma atividade prática, pois a ciência se origina “como prática e como teoria”. E explica Paty:

Função prática, sentido e estética estavam verdadeiramente presentes e indistintos nas suas origens, num pensamento de toda maneira simbólico, e não teriam sido concebidos separadamente e de maneira reflexiva senão posteriormente, muito tardiamente sem dúvida¹⁰⁴ (PATY, 2001a, p. 65).

Assim, retomando as origens históricas da racionalidade grega, Paty nos mostra que a estética tinha embutido em sua concepção aquilo que era funcional e que tinha um

¹⁰¹ “[...] la possibilité de décrire (et de communiquer) les connaissances scientifiques acquises, et il permet aussi, par la flexibilité même, de concevoir que l’invention scientifique soit possible comme réponse originale et singulière à une exigence d’intelligibilité posée de manière particulière”.

¹⁰² “[...] rest toujours l’objet d’une adaptation idiosyncratique dans l’assimilation par une intelligence particulière”.

¹⁰³ “[...] la technique, qui est aussi une pensée (pratique) rationnelle, est sans doute aussi, comme la science, une pensée qui tient en quelque façon à l’esthétique et aux autres dimensions que nous avons mentionnées”.

¹⁰⁴ “Fonction pratique, sens et esthétique étaient vraisemblablement présents et indistincts à l’origine, dans une pensée de toute façons symbolique, et n’auront été conçus séparément et de manière réflexive que par la suite, très tardivement sans doute”.

significado: “a forma exprimia uma exigência de sentido, e por outro lado, ligado à prática e à função, trazia, por isso, uma estética”¹⁰⁵ (PATY, 2001a, p. 65).

Seria então muito natural, afirma Paty, “que o pensamento conceitual tenha surgido bem depois do pensamento técnico-estético”¹⁰⁶ (PATY, 2001a, p. 65), e a ciência tenha se originado como prática e como teoria. Mas a ciência se desenvolveu ao longo da história, e a concepção de racionalidade também não se manteve inalterada, como veremos a seguir.

A forma da racionalidade que se desenvolveu com a civilização ocidental, analisa Paty, foi acompanhada de oposições que se sucederam ao longo da história como, por exemplo, a oposição da ciência e do pensamento racional contra o mito, depois contra a opinião, mais tarde contra a autoridade da escritura revelada das religiões, oposições contra os abusos do poder político, pela liberdade e pela tolerância e, de uma maneira geral, notadamente nos séculos XVII e XVIII, pela autonomia e pela liberdade de pensamento. Até aqui, a racionalidade servia à liberdade e à dignidade humanas.

Quando a ciência se integrou às estruturas da sociedade, com a industrialização e a era do capitalismo e dos imperialismos, a situação se fez mais complexa, diz Paty, “e a ligação da racionalidade científica (e técnica) aos outros “valores universais” (que são, em verdade, as conquistas do homem na sua história) se revelou menos unívoca e se distendeu”¹⁰⁷ (PATY, 2001a, p. 67), a racionalidade passou a encarnar uma contradição:

[...] a ciência (e sua racionalidade) pode servir também para promover ou para justificar contra-valores (da exploração do homem à organização da sua opressão pelos estados totalitários, e a sua redução ao estado de um objeto mercantil), isto ao preço, é verdade, na maioria das vezes, de perversões de sentidos¹⁰⁸ (PATY, 2001a, 68).

Nesse ponto constata-se um equívoco conceitual.

¹⁰⁵ “[...] la forme exprimait une exigence de sens, d’ailleurs liée à la pratique, à la fonction, et, par là, portait une esthétique”.

¹⁰⁶ “Il serait assez naturel que la pensée conceptuelle fût advenue bien après la pensée technico-esthétique”.

¹⁰⁷ “[...] et le lien de la rationalité scientifique (et technique) aux autres “valeurs universelles” (qui sont, en vérité, des conquêtes de l’homme dans son histoire) est apparu moins univoque et s’est distendu”.

¹⁰⁸ “La science (et sa rationalité) put servir aussi à promouvoir ou à fustifier des contre-valeurs (de exploration de l’homme à l’organisation de son oppression par des États totalitaires, et à son raval à l’état d’object mercantile), cela au prix, il le vrai, le plus souvent, de perversions de sens”.

Hoje, continua Paty, volta-se a falar da racionalidade no sentido que lhe é próprio, como por exemplo, quando se lhe opõe aos poderes econômicos que visam a utilização imediata e desregrada dos recursos naturais colocando em perigo a sobrevivência do planeta.

A partir dessa análise, Paty afirma que aquele movimento pela neutralidade da ciência, teria sido um instrumento de proteção contra os abusos cometidos em nome da racionalidade científica, mas em contrapartida, a neutralidade da ciência continha implicitamente a neutralidade da racionalidade. Por isso, ele defende que a racionalidade deve ser considerada na sua dimensão essencial de valor. Pensar que o racional é capaz de justificar uma guerra, por exemplo, é ter uma concepção equivocada de racionalidade.

Esta é, para mim, uma análise perspicaz de um pensador engajado politicamente, preocupado com a má utilização dos recursos naturais, com o papel da ciência nos problemas sociais. Suas formações na matemática, na física e na filosofia, acrescida de sua rica dimensão axiológica, garante segurança em suas análises, que não se limitam a um campo específico do saber. Ele nos diz, a propósito da relação entre a liberdade e a dignidade na história da razão, que seria um terrível contra-senso pensar que se pudesse ter uma ligação entre racionalidade e coerção. Este aspecto, em especial, foi um momento de agradável encontro com o pensamento de Paty, pois esta análise não é apenas razoável, é também motivo de esperança diante das atrocidades do mundo.

As lições da história da humanidade e, em especial, da história das ciências enriquecem nossas concepções sobre a racionalidade, afirma Paty e defende tomá-las (as lições da história) não como hipótese, “mas como um fato fundador”¹⁰⁹ (PATY, 2001a, p. 70). Podemos ver no caso específico da Relatividade Restrita que a inteligibilidade não foi uniforme para Lorentz, Poincaré e Einstein, apesar de disporem dos mesmos dados para o problema em questão, e isto não é um mero acaso, trata-se de questão significativa, pois a ciência, como nos diz Paty, é realizada por indivíduos e as invenções científicas são sempre,

¹⁰⁹ “[...] mais comme un fait fondateur”.

segundo ele, descobertas individuais ou “criações”, uma vez que é o aspecto criativo que dá a diversidade dos “estilos científicos” com suas caracterizações complexas.

A dimensão do sujeito individual, portanto, é essencial na colocação da questão de pesquisa bem como na sua decisão, como nos diz Paty: “ele (o sujeito individual) é o lugar da compreensão do que é conhecido, e mais largamente da inteligibilidade - ligada à representação que o sujeito dá -, e cuja exigência suscita a pesquisa, já que é pela inteligibilidade mesma do objeto fenomenal ou proposicional considerado que o sujeito formula suas questões”¹¹⁰ (PATY, 2001c, p. 104). Assim, diretamente ligada à inteligibilidade está a representação simbólica que nos coloca a relação entre “essa exterioridade que chamamos ‘realidade objetiva’_ no conhecimento da qual se empenha a ciência física_ e a caracterização conceitual e simbólica que dela efetua, em sua abordagem, o pensamento” (PATY, 1995, p. 233).

Entre o real, ou aquilo que é relativo aos fenômenos, e o abstrato simbólico, fruto da representação mental, se abre um abismo, diz Paty, explicando que o mundo exterior não é jamais identificável à nossa representação simbólica e mental. Segundo ele, existe um drama na relação do pensamento com o real e ele faz, então, uma interessante analogia entre esta relação dramática e o mito de Prometeu, aquele que tendo roubado o fogo do Olimpo e distribuído aos humanos, foi punido por Zeus, ficando preso no alto de uma montanha onde uma águia lhe devorava o fígado durante o dia, enquanto à noite ele se refazia.

Prometeu representa o pensamento, relaciona Paty, e

[...] o pensamento rouba a matéria, no conhecimento desse real, e o real é vencido nesse combate pontual - como com o anjo, outra alegoria possível - , arrancado pedra por pedra, e tudo recomeça, pois o real, preexistente, é inesgotável (PATY, 1995, p. 28).

¹¹⁰ “[...] il le lieu de la compréhension de ce qui est connu, et plus largement de l’intelligibilité_ liée à la représentation que le sujet se donne_, et dont l’exigence suscite la recherche, puisque c’est pour l’intelligibilité même de l’objet phénoménal ou propositionnel considéré que le sujet formule ses questions”.

Daí o real está em perpétua aquisição, por isso o título da obra “A matéria roubada”, onde Paty expõe sua concepção epistemológica. Vejamos a análise que ele faz da representatividade dessa alegoria para a aquisição de conhecimento no homem moderno:

“O mito de Prometeu teve uma carreira fecunda na cultura moderna, especialmente a partir do século XVIII, com a renovação da ciência e da técnica e a nova função que adquirem, marcando o abandono de uma ordem imutável e divina onde estaria inscrito o curso das coisas, mas também com a exaltação romântica da revolta e da coragem. Apenas por seu conhecimento, Prometeu derrota a onipotência dos deuses: tal como essa esperança, aparentemente insensata, que tem o homem de conhecer e de estabelecer seu poder baseando-se apenas em si mesmo” (PATY, 1995, p. 28, nota 18).

Assim o homem transforma a realidade material, diz Paty, e acrescenta, mas não apenas o homem moderno,

[...] do homem pré-histórico que, na obscuridade das cavernas, ornamentava as paredes com animais de seu ambiente_ cavalo, bisonte, mamute, cervo ou cabrito-montês_ ao homem do pensamento científico moderno, uma mesma necessidade de “preparação” intelectual parece manifestar-se, consistindo em relacionar o real exterior_ estranho, inquietante, desconhecido_ a elementos pensados, em construir uma representação cujo efeito é, em seguida, utilizado para determinar uma apreensão do mesmo real (PATY, 1995, p. 29).

Essa apropriação do real se dá por via indireta, dessa maneira, é necessário investigar a proposta do programa epistemológico de Michel Paty, o programa do realismo racional e crítico, e dentro deste a relação entre o modelo matemático e a realidade física.

É preciso reavaliar a idéia de que a matemática é a linguagem na qual se exprime a física, alerta Paty. “Considerando que a matemática não é mais o alfabeto objetivo do livro do Universo como era para Galileu” (PATY, 1995, p. 234), Paty afirma que ela é construída, e de convenção. Ele explica que o fato de ser convenção justifica a diversidade das direções de seu desenvolvimento, como a ausência, exemplifica ele, da necessidade da matemática se referir a qualquer elemento real daí em diante, porém, lembra que isto não significa negar sua origem, afinal, “ela (a matemática) é construída a partir de alguma coisa...” (PATY, 1995, p. 234).

A constituição da física matemática substituiu a “tradução matemática da natureza por uma mediação física propriamente dita, isto é, a elaboração explícita de conceitos físicos pensados matematicamente: sendo a matematização concebida como inerente aos conceitos, constitutiva desses, que serve para construí-los” (PATY, 1995, p. 234). Isto significa construir conceitos físicos para combinar com a experiência, o que implica escapar ao domínio da imaginação. “Desde então, a física passou a substituir as determinações do real dado na experiência por esses conceitos ‘abstratos-construídos’” (PATY, 1995, p. 235).

Aí está o abismo: o real físico é substituído, ou melhor, é representado por uma construção conceitual abstrata. O modelo matemático é um “produto do pensamento humano”, diz Paty, e ele é de uso rigoroso porque corresponde a definições escolhidas assim por convenção, como coloca Poincaré. “O que ela (a matemática) ganhou em rigor, perdeu em objetividade. E foi distanciando-se da realidade que ela adquiriu essa pureza perfeita” (Poincaré *apud* Paty, 1995, p. 236). Assim, emoldurada por essas características, a matemática representa para a física “um meio de investigação excepcional_ e constitutivo, pois sem ela não haveria, em especial, essa vocação unitária que a constitui como física, ciência do universo material” (PATY, 1995, p. 237). E Einstein, ao se posicionar sobre a relação entre o modelo matemático e a realidade física, disse: “por mais que as proposições da matemática se refiram à realidade, não são certas, e por mais que sejam certas, não se referem à realidade” (Einstein *apud* Paty, 1995, p. 236).

Essa produção matemática do real físico pode ser traduzida por: um jogo matemático que cria a realidade. Na verdade, esta é a visão de Michel Paty sobre o processo de teorização constituído pelos conceitos físicos e os dados fatuais. A partir daí, se dá à cadeia das deduções, e “sem que nenhum elemento novo, de ordem fatural, se acrescente, pelo jogo de sua lógica interna apenas, produz-se um rearranjo dos elementos de partida que leva, eventualmente, a formular uma propriedade nova” (PATY, 1995, p. 241). É a manifestação da

“virtude criativa do raciocínio matemático”, defendida por Poincaré, e que acrescenta algo mais à simples dedução. O estágio seguinte à teorização, como nos diz Paty, é a predizibilidade, a qual “reata a conexão entre a teoria e a experiência” (PATY, 1995, p. 241).

“É precisamente a predizibilidade que assegura o movimento de conquista da teoria, que fundamenta a pretensão de englobar campos novos de fenômenos” (PATY, 1995, p. 259) e que comporta as idéias de refutabilidade e de corroboração, tão bem colocadas por Karl Popper. Mas, é com Lakatos que o poder preditivo assegura um maior caráter de cientificidade justamente por ressaltar os programas de pesquisa progressivos. Faremos adiante uma análise da metodologia dos programas de investigação científica de Lakatos comparando-o com o programa investigativo de Popper, tendo por objetivo de esclarecer a proposta epistemológica de Paty que, como dissemos, tem relações próximas com o programa Lakatosiano.

Voltando à questão da representação simbólica, nesse “caminho que cria, modifica, reinstala e reconstrói os conceitos” (PATY, 1995, p. 263), Paty indica a necessidade de definição de um método

[...] suscetível de estabelecer o caráter precisamente científico da adoção desta ou daquela representação, de preferência a uma outra_ quer seja essa adoção a da descoberta e inclua o processo que a ela conduz, quer seja a da justificação a posteriori que a declara conhecimento científico (PATY, 1995, p. 264).

Este método, portanto, foi o instrumento usado por Paty para abordar os dois pontos de vista, o da descoberta e o da justificação, distintos que são, é verdade, porém, pertinentes à investigação filosófica.

Paty afirma que o aspecto lógico da descoberta “é, com muita freqüência, mascarado ou diluído sob explicações psicológicas ou sociológicas que não exprimem o alcance objetivo do estabelecimento de uma representação” (PATY, 1995, p. 264). Segundo ele, a representação, apesar de construída, não é uma pura convenção, pois ela deve ser adequada ao

dado visado pela física. Assim, a representação está ligada à idéia de objetividade, o que é fundamental para o conhecimento científico, mas suas proposições não falam do real em termos explícitos, pois se referem às propriedades, traduzidas em linguagem simbólica, dos objetos pensados. Este é o programa do Realismo Racional e Crítico de Paty, que como ele mesmo afirma que nada mais é que uma construção intelectual, como todo programa epistemológico.

Paty nos fala de uma incerteza epistemológica que é uma expressão das crises contemporâneas do conhecimento científico. Numa certa medida, diz ele, elas são pertinentes ao próprio desenvolvimento da ciência, porém não “poderíamos negar que exista realmente uma crise de nossas representações, testemunhada pelo fato de que os problemas mais fundamentais da mecânica quântica, da microfísica, do mesmo modo que os mais recentes ainda, da cosmologia, acham-se muito longe de estarem resolvidos” (PATY, 1995, p. 31). Esta crise advém do fato de que, explica Paty, “nossas representações são construídas pelo pensamento, e que este perdeu, para tais construções, qualquer guia natural, do tipo das representações intuitivas ou das categorias a priori” (PATY, 1995, p. 32). Porém, isto faz parte do estágio atual da ciência e isto conduz a uma reavaliação das condições de possibilidade do conhecimento científico.

Sempre numa perspectiva histórica, Paty lança um olhar para a ciência que nasceu ao separar-se do mito, no momento em que surgiu a idéia de que os fenômenos têm uma causa na natureza, para realçar a “preponderância, já naquela época, da idéia de racionalidade transcendendo a experiência por teorias interpretativas” (PATY, 1995, p. 35). Com a formação da ciência moderna, entretanto, nos séculos XVI e XVII, instaura-se o debate epistemológico entre o racionalismo e o empirismo, tendo o segundo prevalecido durante muito tempo. A crítica da indução de Hume foi decisiva para mostrar que, do dado da experiência às concepções racionais e às teorias, é impossível uma relação lógica. Mas sem se

contaminar por suas conclusões, Paty toma a crítica humiana como base para o estabelecimento de uma premissa do seu programa: ordenando as experiências em concepções racionais, considera “que o pensamento não vem (imediatamente) da experiência, mas que com ela se confronta, e que é nela, seja qual for sua origem, que reside o princípio ativo do conhecimento” (PATY, 1995, p. 35).

“Se as ciências contemporâneas, e principalmente, as teorias da relatividade, destruíram as noções de categorias puras do entendimento como formas a priori da sensibilidade, resulta dessa concepção kantiana que o pensamento funciona realmente a partir de idéias prévias à experiência_ categorias, conceitos, princípios teóricos” (PATY, 1995, p. 35). Segundo Paty, essa posição se encontra tanto entre pensadores do convencionalismo, como Poincaré, como também em Einstein, que professava um realismo e um racionalismo críticos. Para Einstein

[...] o conceito é independente, do ponto de vista lógico, da experiência sensível, e pode ser escolhido “livremente”, embora essa liberdade seja “de um tipo especial”, pois se restringe a resolver problemas ordenados na experiência real, e “o conceito deva sua significação e sua justificativa à totalidade das expressões sensíveis que lhe associamos” (PATY, 1995, p. 35).

A noção de programa defendido por Paty é a expressão intelectual da visão de conjunto que engloba o objeto mais geral da ciência, o real ou a realidade material, e o eixo de seu método, a economia do pensamento lógico. Paty propõe uma extensão do princípio de economia do pensamento, tomado de empréstimo de Mach, e ao qual Poincaré também se referia. O princípio, diz Paty, deve ultrapassar

[...] a consideração de uma teoria dada, ao conjunto do raciocínio lógico que liga as duas pontas da cadeia do programa epistemológico. Parece que podemos, desse modo, ultrapassar aquilo que o simples convencionalismo representa de arbitrário: pois essa economia respeita o programa escolhido, que, em nosso caso, toma, no final das contas, o “real” por referência (PATY, 1995, p. 45, nota 70).

Por fim, há sempre presente no pensamento de Paty o materialismo filosófico como horizonte de perspectiva, mas como suas reflexões estão direcionadas para o conhecimento e seu objeto, o realismo é preferido ao materialismo enquanto ponto de vista sobre o mundo. O que nós chamamos de Real, diz Paty, é o que existe em si fora do pensamento, “nomeá-lo é já ter certo domínio sobre ele, modificá-lo, interferir nele. O conhecimento científico pode se aproximar, de certo modo cada vez mais preciso, desse Real” (PATY, 1995, p. 285). Assim, para concluir a formatação de seu programa epistemológico, o Realismo Racional e Crítico, ele propõe a seguinte provocação:

Do mesmo modo que Marx escrevia que “toda produção é apropriação da natureza pelo indivíduo no quadro e por intermédio de uma forma de sociedade determinada”, não poderíamos propor que toda produção de conhecimento científico é apropriação da matéria pelo pensamento, no quadro e por intermédio de um conjunto de formas teóricas, mas também filosóficas, ideológicas e sociais dadas? (PATY, 1995, p. 287)

3.2 A INFLUÊNCIA DO PENSAMENTO DE GASTON BACHELARD

Gaston Bachelard é uma influência importante no pensamento de Michel Paty. Pode-se constatar uma forte presença do conceito de racionalismos regionais elaborado por Bachelard, em seu livro “O Racionalismo Aplicado”, nas noções estabelecidas por Paty de racionalidade e inteligibilidade. Por isso, vamos tecer algumas considerações da epistemologia bachelardiana, passando por sua proposta de um racionalismo aplicado e alcançar, por fim, a noção de racionalismos regionais.

Bachelard analisa o pensamento científico sob uma perspectiva histórica e estabelece três grandes períodos na evolução científica. O primeiro seria o período pré-científico, da antiguidade até o século XVIII, o segundo seria o estado científico, que teria se estendido até o início do século XX. Finalmente, ele considera o ano de 1905 como o início do terceiro período, a “era do novo espírito científico, momento em que a relatividade de Einstein

deforma conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre. A partir dessa data, a razão multiplica suas objeções, dissocia e religa as noções fundamentais, propõe as abstrações mais audaciosas” (BACHELARD, 1996, p. 9). E, de fato, Bachelard promoveu inovações significativas na epistemologia, afinal, se a ciência cria filosofia, como ele afirma, “o filósofo deve infletir sua linguagem para traduzir o pensamento contemporâneo em sua flexibilidade e mobilidade” (BACHELARD, 2000, p.12).

Bachelard professava que a aplicação do pensamento científico é essencialmente realizante, por isso, o vetor epistemológico “vai seguramente do racional ao real e de nenhum modo, ao contrário, da realidade ao geral como o professavam todos os filósofos de Aristóteles até Bacon” (BACHELARD, 2000, p. 13). “O tempo das hipóteses desconexas e móveis passou, como passou o tempo das experiências isoladas e curiosas. Daqui em diante a hipótese é síntese” (BACHELARD, 2000, p. 14). Isto significa que a hipótese é tão real quanto a experiência. Mas o real também já não é considerado no sentido filosófico tradicional. Bachelard propõe a idéia “de um realismo em reação contra a realidade usual, em polêmica contra o imediato, de um realismo constituído de razão realizada, de razão experimentada” (BACHELARD, 2000, p. 14). Nesse sentido, o real imediato, diz Bachelard, é simples pretexto do pensamento científico, e isto significa enfatizar o construto teórico de uma teoria. Assim, o espírito científico moderno estaria num movimento dinâmico entre razão e experiência, onde uma dá sentido a outra, trata-se da razão que se aplica.

O progresso das ciências, analisa Bachelard, não se dá por acumulação e sim por ruptura, pois “um fracasso experimental é cedo ou tarde uma mudança de lógica, uma mudança profunda no conhecimento. Tudo o que estava armazenado na memória se deve reorganizar ao mesmo tempo que o arcabouço matemático da ciência” (BACHELARD, 2000, p. 122). Ora, é exatamente nesse argumento da reorganização conceitual que Paty sustenta o procedimento filosófico que teria sido efetuado por Einstein na Teoria da Relatividade

Restrita segundo sua descrição. Um outro ponto da grande proximidade da análise do percurso einsteiniano feito por Paty e a influência de Bachelard, está nas barreiras que sempre precisam ser transpostas para que se dê a ruptura: os obstáculos epistemológicos. E o primeiro obstáculo a ser superado é a opinião, defende Bachelard.

Em um texto recente tratando das idas e voltas do senso comum (PATY, 2003), num tópico dedicado à formação de uma inteligibilidade intuitiva, Paty nos diz que, ao conceber o conceito de espaço-tempo da Relatividade Restrita, diametralmente oposto ao conceito clássico, Einstein teria constituído para si uma inteligibilidade intuitiva que o possibilitou conceber, a partir do novo conceito (espaço-tempo), o fenômeno físico que lhe é correspondente (a dessincronização dos relógios). Assim, desfazendo-se das sujeições do senso comum anterior, procede-se uma ampliação da racionalidade. E esta estrutura racional ampliada, que abrange o vínculo entre novos conceitos e os fenômenos, marca profundamente o senso comum, diz Paty, porque é o momento de vencer os preconceitos e exercer a postura crítica para que se compreenda o que antes era ignorado. Na verdade, analisa Paty, não é apenas o senso comum que se amplia nesse movimento, mas a própria racionalidade.

O novo que faz o progresso precisa romper obstáculos, afirma Bachelard ao analisar as condições psicológicas do progresso da ciência. E não se trata de considerar obstáculos externos, diz ele, mas sim o próprio âmago do ato de conhecer. Antes de qualquer coisa, diz Bachelard, é preciso saber formular problemas, pois “na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido que caracteriza o verdadeiro espírito científico” (BACHELARD, 2001, p. 18). A proposta da psicanálise do conhecimento científico, projeto desenvolvido em seu livro “A formação do espírito científico”, tem como objetivo exatamente eliminar esses obstáculos. E ele diz: “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, p. 17).

Numa obra de divulgação científica de boa qualidade, escrita por Einstein e Leopold Infeld, “A evolução da Física”, na qual é feita uma análise do conceito de movimento ao longo da história da física, são identificadas as pistas falsas ou aquelas que foram negligenciadas e que permitiram que a grande história de mistério em torno do problema do movimento perdurasse por séculos. Estas pistas falsas podem muito bem ser traduzidas por obstáculos epistemológicos, o que garante a este conceito de Bachelard uma eficácia epistemológica aplicável na ciência, bem como no ensino das ciências.

Segundo Bachelard, um esforço de racionalidade deve reter a atenção do epistemólogo, ele “deve tomar os fatos como se fossem idéias, inserindo-as num sistema de pensamento”, e, diferenciando a atividade do historiador e do epistemólogo ele completa, “um fato mal interpretado por uma época permanece, para o historiador, um fato. Para o epistemólogo, é um obstáculo, um contra-pensamento” (BACHELARD, 2001, p. 22).

Agora vejamos em que medida o conceito de racionalismos regionais de Bachelard influenciou a noção de racionalidade de Paty.

Regionalizar o campo racional é diferenciar estruturas racionais, segundo Bachelard. Para ele, há uma estrutura realista, uma estrutura simbólica, e entre elas estaria a estrutura racional. Ou seja, entre a “coisa” e sua representação, estaria a atividade racional. Assim, Bachelard compreende o racionalismo: “é uma filosofia mediata, média, uma filosofia transracional” (BACHELARD, 1977, p.158).

O racionalismo aplicado de Bachelard é uma organização teórica, formal, à qual está acrescida, sistematicamente, uma aplicação experimental. Dessa maneira, a experiência tem sua existência relacionada à organização racional, pois os fenômenos não são diretamente significantes. Há, segundo Bachelard, um pensamento em incessante recíproca, aberto a dois processos de invenção: “há duas maneiras de inventar: dialetizar o pensamento e esclarecer a

experiência” (BACHELARD, 1977, p. 162). Assim, o racionalismo aplicado é “um fator de invenção teórica e um fator de descoberta experimental” (BACHELARD, 1977, p. 162).

Bachelard fala de um acasalamento entre razão e experiência, as quais constituem as duas regiões racionais do saber cujos correspondentes são, respectivamente, os conhecimentos abstratos e os conhecimentos concretos. Esse regionalismo pode, entretanto, ser encontrado em qualquer ramo do saber. Bachelard dá alguns exemplos, mas citaremos apenas o da Relatividade: “a Relatividade segmenta a aplicação da Mecânica em duas regiões: mecânica das pequenas velocidades (clássica) mecânica das grandes velocidades (relativista)” (BACHELARD, 1977, p. 198).

Quando Paty fala de uma racionalidade mais larga que a lógica, que a razão não é uma entidade fechada, ele está mostrando sua forte influência pela idéia de racionalidades regionais de Bachelard. E embora possa transparecer uma idéia de segmentação nessas diversas formas de racionalidade, há, tanto em Bachelard como em Paty, um esforço de totalidade. Bachelard fala que as diversas filosofias constituem um potencial filosófico comum, e afirma que às noções rigorosas estão associadas certa pluralidade de filosofias, e diz: “perante a realidade, o mais resolutivo dos lógicos organiza suas fórmulas no centro de um psicologismo implícito; o simbolista mais convencionalista recorre a exemplos reais, bem materializados; o realista atribui o absoluto às suas verificações empíricas” (BACHELARD, 1977, p. 25). E Paty, no seu grande trabalho de análise da gênese da Relatividade Restrita afirmava sua orientação por uma visão de conjunto.

Por fim, Bachelard defende um racionalismo como “método de generalização” (BACHELARD, 1977, p. 26) cujo fim é alcançar a consciência da totalidade, daí afirmar que “o estudo das bases lógicas de um saber não esgota o estudo epistemológico desse saber” (BACHELARD, 1977, p. 26). E mais adiante, ele diz:

[...] a filosofia pluralista das noções científicas é uma garantia de fecundidade do ensino. Preferimos dar a uma noção todos os planos de

pensamento filosófico que ela sugere a ensinar o isolamento numa única filosofia que represente apenas certo momento do trabalho epistemológico efetivo (BACHELARD, 1977, p. 26).

3.3 A INFLUÊNCIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA LAKATOSIANOS

Em seu livro, “Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica”, Lakatos nos oferece oportunidade de conhecer seu programa epistemológico e, ao mesmo tempo, tocar em questões fundamentais das propostas de Karl Popper e Thomas Kuhn, pois elas estão presentes no programa lakatosiano, revistas e criticadas.

Lakatos começa criticando a postura de alguns empiristas lógicos que, segundo ele, tentam “esbater o ideal de verdade comprovada substituindo-o pelo de verdade ‘provável’”, e de alguns sociólogos do conhecimento ao introduzir “a noção de ‘verdade por consenso mutável’” (LAKATOS, 1978:9). Cita como integrante do primeiro grupo Rudolf Carnap e do segundo, Kuhn, e compara estas posturas com a posição adotada por Popper.

Lakatos, que foi discípulo de Popper, ressalta a contribuição de seu mestre, ao afirmar sua honestidade intelectual “que não consiste em tentar abrir trincheiras ou estabelecer uma posição, comprovando-a (ou ‘probabilizando-a’)_ a honestidade intelectual consiste antes na especificação precisa das condições em que um indivíduo está disposto a desistir da sua posição” (LAKATOS, 1978, p. 10).

Lakatos está preocupado em desenvolver uma metodologia de programas de investigação capaz de discutir os principais problemas da descoberta, e acrescenta, de maneira satisfatória. Para este projeto, revê o embate das propostas de Popper e Kuhn no que diz respeito à mudança científica.

O falsificacionismo de Popper, segundo Lakatos, foi um recuo novo e considerável para o pensamento racional, depois da tentativa de substituição da comprovação pela

probabilidade. Esta tentativa, como foi visto no capítulo 1, foi defendida por Reichenbach, portanto, será interessante para esta dissertação situarmos o pensamento de Popper e seus esforços para demonstrar que todas as teorias são, ao mesmo tempo, injustificáveis e improváveis.

Popper desenvolveu uma metodologia para o progresso científico cujo critério de demarcação seria a possibilidade de submeter à prova os enunciados científicos. Chamou este critério de falseabilidade e a sua epistemologia passou a ser chamada falsificacionismo.

A falseabilidade é assegurada logicamente por meio de um recurso lógico chamado “modus tollens”¹¹¹, que é um modo falseador de inferência. Assim, se as hipóteses resistem aos testes, ou seja, se é falseável, então, elas são corroboradas, caso contrário, são refutadas. É dessa maneira que Popper elimina a verificação de teorias, garantindo o método empírico, pois a corroboração só acontece se houver testes experimentais, e deixando de lado o método indutivo. Esta concepção de submeter as teorias à prova, conduz Popper ao método dedutivo, que ele expõe da seguinte maneira: “A partir de uma idéia nova, formulada conjecturalmente e ainda não justificada de algum modo_ antecipação, hipótese, sistema teórico ou algo análogo_ podem-se tirar conclusões por meio de dedução lógica” (POPPER, 1972, p. 33).

O que poderíamos chamar “predições”, diz Popper (aspas são colocadas por ele), são certos enunciados singulares deduzidos da teoria, e ressalta:

Nunca suponho que possamos sustentar a verdade de teorias a partir da verdade de enunciados singulares. Nunca suponho que, por força de conclusões “verificadas”, seja possível ter por “verdadeiras” ou mesmo por meramente “prováveis” quaisquer teorias (POPPER, 1972, p. 34).

Popper mostra que é o princípio da indução que torna válido o grau de probabilidade. Seu argumento é convincente e mais coerente que o argumento dado por Reichenbach, como podemos constatar no primeiro capítulo. Segundo Popper, o problema não está no seu

¹¹¹ Podemos escrever a inferência falseadora da seguinte maneira: $((t \rightarrow p) \cdot p) \rightarrow t$, ou, em outras palavras: “se p é deduzível de t e se p é falso, então t também é falso”.

objetivo, como pensava Reichenbach. O problema está, sim, na relação da probabilidade com a indução, pois a lógica probabilística opera com o princípio da indução. Dessa maneira, se à indução atribui-se uma probabilidade, cai-se numa regressão infinita, pois o mesmo problema que afeta a probabilidade, afeta também a indução. Então Popper afirma o seguinte: “Em ambos os casos, a conclusão projeta-se para além do que é dado nas premissas. Dessa maneira, nada se ganha com a substituição da palavra ‘verdadeira’ pela palavra ‘provável’ e da palavra ‘falsa’ pela palavra ‘improvável” (POPPER, 1972, p. 290).

Vemos que Popper pode ser bastante útil no que se refere à negação da teoria probabilística de Reichenbach, que ele estabelece como fundamento de suas considerações epistemológicas mais gerais. Entretanto, como Popper considera apenas “uma análise puramente lógica das teorias, análise que não leve em conta a maneira como essas teorias se alteram e se desenvolvem” (POPPER, 1972, p. 52), ele não contribui para a crítica que faço da separação dos contextos.

O falsificacionismo de Popper, que defende abandonar uma teoria falseada, defronta-se com uma evidência histórica, a de que raramente uma teoria é abandonada quando ela é falseada. Esta foi uma crítica de Kuhn a Popper e que foi reconhecida por Lakatos. Mas, entre Lakatos e Kuhn, instaura-se uma discussão sobre como se deve tratar a ciência: como ela deve ser ou como ela é. Trata-se do debate entre a visão normativa e a visão descritiva da ciência. E nele, defendendo a visão normativa, surge a metodologia de Lakatos.

Os programas de pesquisa lakatosianos são constituídos por sucessão de teorias e não por uma dada teoria, sendo que, explica Lakatos,

[...] os membros de tais séries de teorias estão normalmente ligados por uma continuidade notável que os unifica em programas de investigação. Esta continuidade_ que lembra a ciência normal kuhniana_ desempenha um papel vital na história da ciência; os principais problemas da lógica da descoberta não podem ser satisfatoriamente discutidos excepto no quadro de uma metodologia de programas de investigação (LAKATOS, 1978, p. 54).

O programa, diz Lakatos, segue regras metodológicas, “algumas indicam-nos os caminhos da investigação a evitar (heurística negativa), outras os caminhos a seguir (heurística positiva)” (LAKATOS, 1978, p. 54). Segundo Lakatos, um programa de pesquisa pode ser progressivo ou degenerativo. O programa progressivo é aquele que prevê fatos novos, enquanto o degenerativo é aquele que deixa de fazer previsões.

Acontece ocasionalmente que, diz Lakatos, “quando um programa de investigação entra numa fase degenerativa, uma pequena revolução ou uma *alteração criativa*¹¹² na sua heurística positiva o faz de novo avançar” (LAKATOS, 1978, p. 60). Esse movimento contínuo na ciência, Lakatos compara a um campo de batalha, e ressalta: não de teorias isoladas, mas antes, de programas de investigação. Segundo ele, “a racionalidade opera mais lentamente do que a maioria das pessoas tende a considerar, e, mesmo assim, falivelmente. A coruja de Minerva voa ao anoitecer” (LAKATOS, 1978, p. 101). Essas duas últimas citações de Lakatos parecem captar “a complexidade do contexto no qual se inscreve toda teoria e toda pesquisa científica” (PATY, 1995, p. 41), como avalia Paty a respeito dessa noção de programa de pesquisa. Além disso, a referência à ave de Minerva indica a aceitação de um processo de maturação das idéias, no qual Paty investe em desvendar.

Mas Lakatos afirma que vê “a continuidade na ciência por meio de ‘óculos popperianos’” (LAKATOS, 1978, 103) e que seu intento neste livro foi desenvolver o programa de investigação iniciado por Popper, o de elaborar padrões objetivos do crescimento falível-crítico da ciência. Segundo ele, este

[...] crescimento_ racionalmente reconstruído_ da ciência ocorre essencialmente no mundo das idéias, no terceiro mundo de Platão e Popper, no mundo do conhecimento articulado que é independente dos sujeitos do conhecimento. O programa de investigação de Popper visa uma descrição deste crescimento científico objetivo.

¹¹² O gifro é meu.

Assim, Lakatos se mantém, como Popper, dentro de uma noção restrita de racionalidade.

E apesar de falar de criação, Lakatos justifica que este termo é usado por ele num sentido provocativo e idiossincrático. Vejamos o que ele diz:

A orientação da ciência é essencialmente determinada pela imaginação criadora humana, e não pelo universo dos fatos que nos rodeia. A imaginação criadora encontrará provavelmente nova evidência corroboradora mesmo para o programa mais “absurdo”, se a pesquisa tiver energia suficiente (LAKATOS, 1978, p. 114).

Paty, em contrapartida, dá a esta imaginação criadora humana todo o seu potencial semântico dentro de uma filosofia da criação científica, que ora ele desenvolve. Enfim, se Lakatos não contribui diretamente para a investigação do “Contexto da Descoberta”, ele abre um espaço que afirma o desenvolvimento contínuo da ciência e enfatiza os programas progressivos, aqueles que propõem fatos novos. Mas este campo fecundo, ainda pouco explorado pela filosofia, “tanto a dos filósofos quanto a dos cientistas”, observa Paty, é considerado “como algo que escapa ao racional e importa somente para a psicologia” (PATY, 2001b, p.165).

Para finalizar e ressaltar o limite da influência dos programas de pesquisa de Lakatos sobre a epistemologia de Paty, a seguinte declaração:

Mesmo Imre Lakatos considerava necessário “reconstruir racionalmente” os conteúdos científicos depois de sua descoberta, o que significava considerá-los como muito pouco racionais no seu surgimento. Assim, a invenção científica escapava totalmente à filosofia do conhecimento (PATY, 2001b, 165).

CONCLUSÃO

Aquele olhar filosófico que Michel Paty lançou sobre a Teoria da Relatividade Restrita de Einstein traz uma revelação que compromete a validade da separação dos contextos de Reichenbach. Trata-se da descrição de um percurso racional na gênese da Relatividade Restrita, o que demonstra a legitimidade da análise epistemológica deste processo. E como consequência lógica, pelo menos neste caso, a separação entre “Contexto da Descoberta” e “Contexto da Justificação”, tal como estabelecido por Reichenbach, não se aplica.

E dentro do programa de investigação de Paty, a idéia de pesquisa que aí ressalta faz perceber o caráter inacabado da ciência em todas as suas partes. Há uma busca incessante pelo conhecimento e é a possibilidade da novidade ou da criação que tem lugar privilegiado, é para lá que se direcionam todos os esforços de compreensão. Daí a seguinte afirmação de Paty, com a qual encerramos esta dissertação: “Toda compreensão é, no sentido verdadeiramente subjetivo, criação, pelo ato de transformação requerida pelo pensamento, pela apropriação da representação que o resulta”¹¹³ (PATY, 2001a, p. 105).

¹¹³ “Toute compréhension est, dans son vécu subjectif, creation, par l’acte de transformation requis de la pensée, par l’appropriation de la représentation qui en résulte.”

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- _____. **O Novo Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.
- _____. **O Racionalismo Aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.
- BOUVERESSE, Jacques. In: CHÂTELET, François. **História da Filosofia**, v. 4, A Filosofia do Século XX. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1981.
- CHALMERS, Alan F. **O Que é Ciência Afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1999. Tradução Raul Fiker.
- CHÂTELET, François. **Uma História da Razão**: Entrevistas com Émile Noël. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994.
- CIÊNCIA & AMBIENTE. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, jul. 1990.
- COLLI, Giogio. **O Nascimento da Filosofia**. Campinas: Editora da Iniversidade Estadual de Campinas, 1992.
- DIAS, André Luís Mattedi; EL-HANI, Charbel Ninño; SANTANA, José Carlos Barreto de; FREIRE JR., Olival (org.) **Perspectivas em Epistemologia e História das Ciências**. Feira de Santana: universiidade Estadual de Feira de Santana, 1997.
- EINSTEIN, Albert. **A Teoria da Relatividade Restrita e Geral**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.
- _____. Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. In: **Textos Fundamentais da Física Moderna**, v. 1, O Princípio da Relatividade. Tradução de Mário José Saraiva. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- _____. EINSTEIN, Albert. **Notas Autobiográficas**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982. Tradução de Aulyde Souza Rodrigues.
- EINSTEIN, Albert; INFELD, Leopold. **A Evolução da Física**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- GRANGER, Gilles-Gaston. **A Ciência e as Ciências**. São Paulo: Editora UNESP, 1994. Tradução Roberto Leal Ferreira.
- HOLTON, Gerald. **A Cultura Científica e os seus Inimigos**: o legado de Einstein. Lisboa: Gravida, 1996.
- _____. **A Imaginação Científica**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.
- KONDER, Rossa W. **Longman English Dictionary for Portuguese Speakrs**. Rio de Janeiro: Editora Ao Livro Técnico, 1982.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1996.

LAKATOS, Imre. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Lisboa: Edições 70, 1978.

LALANDE, André. **Vocabulário Técnico e Crítico da Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

PATY, Michel. **La Physic du XX^e Siècle**. Ulis: EDP Sciences, 2003.

_____. Einstein, Cientista e Filósofo? In: **Estudos avançados**. 7(19), USP, 1993b. Trad. Olival Freire Jr

_____. **Einstein**. Paris: Société d'édition Les Belles Lettres, 1997.

_____. Rationalités comparées des contenus mathématiques. In: COLLOQUE DES SCIENCES ARABES. Damas (Syrie), 1-4 novembre 2002. Sous presse.

_____. A criação científica segundo Poincaré e Einstein. In: **Estudos Avançados**, v. 15, n. 41, USP, 2001b.

_____. **A Matéria Roubada**. São Paulo: Edusp, 1995.

_____. Ciência: aquele obscuro objeto do pensamento e uso. In: SILVA FILHO, Waldomiro José da (org.). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002.

_____. Créer, Représenter, Comprendre (Création Artistique et Création Scientifique). In: VIDEIRA, Antonio Augusto; SALINAS, Silvio R.A. (orgs), **A Cultura da Física: Contribuições em homenagem a Amélia Império Hamburger**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2001.

_____. **Einstein philosophe: La physique comme pratique philosophique**. Paris: Presses Universitaires de France, 1993a.

_____. **Einstein**. Paris: Société d'édition Les Belles Lettres, 1997.

_____. Intelligibilité et historicité (Science, rationalité, histoire). In: SALDAÑA, Juan José (ed.), **Science and Cultural Diversity: Filling a Gap in the History of Science**. México: Cadernos de Quipu 5, 2001a. p. 59-95.

POPPER, Karl R. **Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Editora Cultrix, 1972.

_____. **Um Mundo de Propensões**. Lisboa: Editorial Fragmentos Ltda., [19-]. Tradução de Teresa Barreiros e Rui G. Feijó.

PUTNAM, Hilary. **Razão, Verdade e História**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992. Tradução de Antônio Duarte.

REICHENBACH, Hans. **Experience and Prediction: An analysis of the foundations and the structure of knowledge**. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.

ROCHA, José Fernando M. (org.) **Origens e Evolução das Idéias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

RUSSELL, Bertrand. **ABC da Relatividade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2005. Tradução de Maria Luisa X. de A. Borges.

TOCHTROP, Leonardo. **Dicionário Alemão-português**. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

VARROD, Pierre (coord.). **Le Robert de Poche: Langue Française & nomes Propres**. Paris: Dictionnaires LE ROBERT, 1995.

VERNANT, Jean-Pierre. **As Origens do Pensamento Grego**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. Tradução de Isis Borges B. da Fonseca.