

AUGUSTO JOSÉ DOS SANTOS FITAS

O PRINCÍPIO DA MENOR ACÇÃO

uma história de Fermat a Lagrange

(acompanhado de uma colectânea de textos)

NOTA DE APRESENTAÇÃO E AGRADECIMENTOS

Ao longo da minha passagem pelos anfiteatros da Faculdade, de todos os livros, aulas e conferências diversas que preencheram a minha aprendizagem, houve uma obra com escassas 118 páginas que me influenciou de um modo singular. Trata-se de um conjunto de vários ensaios escritos por Max Planck, e que correspondem a várias conferências proferidas em diversas instituições académicas no primeiro quartel do século XX, cujo título em inglês é *Survey of Physical Theory*. São oito ensaios, versando temas vários, e que, pela sua natureza, ainda hoje, quando penso (na preparação de uma lição) ou escrevo sobre os assuntos aí tratados, é a eles que recorro para encontrar o início de uma linha de reflexão ou um lampejo de inspiração. São oito ensaios curtos que se destacam não só pelo rigor e simplicidade da sua linguagem, como também pela visão ampla com que os temas são discutidos. Abordam-se conceitos ou leis físicas que são expostos através de diversas facetas, por forma a fazer sobressair, de par com a temática científica *stricto sensu*, os seus fundamentos filosóficos e as referências históricas que pautaram a sua marcha ao longo do tempo.

O quinto ensaio de Planck apresentado nessa coletânea dá pelo título de «O Princípio da Menor Ação» e foi, com base na sua leitura, que comecei a entender a importância deste princípio na Física, as suas ligações à filosofia e a sua contextualização histórica. Foi aqui que, pela primeira vez, ouvi mencionar Samuel Koenig e também da relação direta entre Leibniz e o enunciado deste princípio...

O resto já não interessa. Os anos passaram e, muito mais tarde, procurei estudar e perceber a teia de relações que no mundo matemático e filosófico levaram historicamente à construção do conteúdo deste princípio tão importante na Física contemporânea. E, porque este estudo iniciado agora com o período de Fermat a Lagrange me obrigou à leitura e trabalho sobre muitos materiais originais, achei por bem acompanhar esta reflexão histórica de alguns destes documentos mais marcantes. Dos textos coligidos não há nenhuma tradução no nosso idioma que tenha sido publicada em Portugal, daí que tenha feito acompanhar o «Princípio da Menor Ação: uma história de Fermat a Lagrange» de uma «coletânea de textos» fundamentais que podem agora ser lidos em português. Alguns capítulos deste livro, acompanhados, ou não, de traduções da coletânea, já foram publicados autonomamente, sempre com a indicação de que pertenceriam a um livro a editar; outros foram objeto de matéria exposta em conferências ou seminários científicos sem nunca sofrerem tratos de impressão. É agora altura de, na sua totalidade, submeter ao prelo este trabalho sobre o percurso histórico-filosófico da construção matemática do Princípio da Menor Ação até aos finais do século XVIII.

Este estudo, levado a cabo ao longo de quatro anos, feito em simultâneo com muitas outras tarefas de ensino e investigação, é tributário de muitos apoios de amigos, colegas e familiares a quem devo extensos agradecimentos: ao Joaquim Quitério pela preciosíssima colaboração nas traduções do francês e também pelos seus comentários e revisão a todo o texto; à Cláudia Teixeira pelas traduções do latim e pelo apoio insubstituível nos comentários de Cultura Clássica; ao Marcial Rodrigues pelas discussões, comentários e cuidado metuculoso na revisão de todo o texto; à Ana Simões, Ana Maria Silva, Luís Miguel Carolino, Maria de Fátima Nunes, Pedro Calafate e Rui Namorado Rosa pelas pacientes leituras e consequentes comentários; ao João Carlos pela forma muito cuidada e imaginativa como concebeu as ilustrações; à Isabel pela companhia sempre presente e pelo incentivo permanente.

Por último, acrescento ainda dois agradecimentos: ao Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência (o meu centro de investigação desde há doze anos) pelo patrocínio dado a este trabalho, em particular à sua edição; ao editor Jorge Ferreira (e a toda a sua equipa) pelo seu estímulo e disponibilidade em embarcar nesta aventura...

AUGUSTO JOSÉ DOS SANTOS FITAS

TÍTULO: O Princípio da Menor Acção:
Uma história de Fermat a Lagrange (acompanhado de uma colectânea de textos)

AUTOR: Augusto José dos Santos Fitas

ILUSTRAÇÕES: João Carlos Picoito Fitas

CAPA: Nuno Pacheco Silva

COMPOSIÇÃO GRÁFICA: Ana Sarmento e Nuno Pacheco Silva

DATA DE EDIÇÃO: Novembro de 2012

ISBN: 978-989-658-194-7

DEPÓSITO LEGAL: ????????

EDIÇÃO:

calei
dosc
ópio

Caleidoscópio_Edição e Artes Gráficas, SA

Rua de Estrasburgo, 26 – r/c dto.

2605-756 Casal de Cambra · Portugal

Tel.: (351) 21 981 79 60 · Fax: (351) 21 981 79 55

e-mail: caleidoscopio@caleidoscopio.pt

www.caleidoscopio.pt

APOIOS:



FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



À minha mãe,
pela sua presença centenária,
pela coragem perseverante e dolorosa com que me lançou ao Mundo,
por me ter ensinado as primeiras letras,
por me ter guiado nas primeiras experiências de, pelas palavras,
ter compreendido as ideias!...

SUMÁRIO

NOTA DE APRESENTAÇÃO E AGRADECIMENTOS	11
1. INTRODUÇÃO	13
2. FERMAT E A POLÊMICA EM TORNO DA ÓPTICA	23
2.1. Fermat e Descartes.....	26
2.2. Fermat e os cartesianos.....	32
2.3. Comentários às demonstrações de Fermat.....	40
2.4. Sobre os textos traduzidos.....	42
3. ENTRE DESCARTES E NEWTON, PASSANDO POR LEIBNIZ E NÃO ESQUECENDO OS IRMÃOS BERNOULLI, A SOBREVIVÊNCIA DE UM PRINCÍPIO DE MÍNIMO	43
3.1. As causas finais e o pensamento de Leibniz.....	47
3.2. A polêmica com Newton (ou como o pensamento de Newton se afasta das causas finais)..	54
3.3. Os Bernoulli e as aplicações do cálculo diferencial e integral.....	60
3.4. Sobre os textos traduzidos.....	69
4. MAUPERTUIS E O PRINCÍPIO DA MENOR ACÇÃO OU UM NOVO PRINCÍPIO METAFÍSICO	71
4.1. O trabalho de Maupertuis de 1744.....	72
4.2. O Acadêmico Maupertuis, da chefia da expedição à Lapónia à Presidência da Academia de Berlim.....	75
4.3. O trabalho de Maupertuis sobre Mecânica (1746) e a correspondência com Euler.....	92
4.4. Maupertuis na Academia de Berlim e a sua última obra dedicada ao Princípio da Menor Acção..	97
4.5. Sobre os textos traduzidos.....	104
5. EULER E O ESTABELECIMENTO MATEMÁTICO DO PRINCÍPIO DA MENOR ACÇÃO	105
5.1. O trabalho de Euler de 1744 e um princípio de <i>Mínimo</i>	106
5.2. Os trabalhos de Euler de 1748 e de 1751 publicados nas <i>Memórias da Academia de Berlim</i> ..	117
5.3. Os primeiros dez anos da presença de Euler na Academia de Berlim.....	124
5.4. Sobre os textos traduzidos.....	126

6. A ACADEMIA DE BERLIM, PALCO DE UMA CURIOSA DISPUTA EM TORNO DO PRINCÍPIO DA MENOR ACÇÃO	129
6.1. As «Cartas Filosóficas» de Voltaire.....	130
6.2. Cirey, um velho castelo e um novo círculo de relações.....	135
6.3. A polémica na Academia de Berlim, a matéria sob discussão.....	143
6.4. Voltaire reabre as hostilidades e reacende a polémica.....	152
6.5. O cair do pano... ..	158
6.6. Sobre o texto traduzido.....	162
7. O BALANÇO DA DISPUTA E ALGUM DEBATE HAVIDO EM TORNO DO PRINCÍPIO DA MENOR ACÇÃO	163
7.1. A academia de Paris, a discussão do Princípio da Menor Acção e os ecos da querela de Berlim.....	164
7.2. Jean Le Rond d'Alembert, o Princípio da Menor Acção e os ecos da querela de Berlim.....	167
7.3. Ecos na Academia de Ciências de Paris ao que se passou em Berlim.....	179
7.4. A Academia de Berlim após a querela.....	181
7.5. Sobre os textos traduzidos.....	186
8. LAGRANGE E O PRINCÍPIO DA MENOR ACÇÃO	187
8.1. Entre Turim e Berlim.....	188
8.2. O cálculo das variações e o Princípio da Menor Acção.....	194
8.3. Entre Berlim e Paris.....	201
8.4. Fim da História ou a edição da Mecânica Analítica em 1788.....	204
8.5. Sobre os textos traduzidos.....	210
9. EPÍLOGO INCONCLUSIVO	213
10. COLECTÂNEA DE TEXTOS	221
10.1 Textos referentes ao Capítulo 2.....	221
10.1.1 <i>Carta nº CXII (de Fermat para C. de La Chambre) datada de Domingo, 1 de Janeiro de 1662.</i>	221
10.1.2 <i>Carta nº CXIII (de De Clerselier para Fermat) datada de Sábado, 6 de Maio de 1662.</i>	226
10.1.3 <i>Carta nº CXV (de Fermat para De Clerselier) datada de Domingo, 21 de Maio de 1662.</i>	232
10.1.4 <i>Análise da Refracção</i>	233
10.1.5 <i>Síntese para a Refracção</i>	235
10.2 Textos referentes ao Capítulo 3.....	239
10.2.1 <i>LEIBNIZ, G. W. Um Princípio Unitário da Óptica, Catóptrica e Dióptrica.</i>	239
10.2.2 <i>BERNOULLI, João (I). A CURVATURA DO RAIOS NOS MEIOS (...)</i>	245
10.2.3 <i>BERNOULLI, Jaime. A SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DOS IRMÃOS (...)</i>	250

10.3	Textos referentes ao Capítulo 4.....	256
10.3.1	MAUPERTUIS, Pierre-Louis. <i>CONCORDÂNCIA DE DIFERENTES LEIS</i> (...)	256
10.3.2	MAUPERTUIS, Pierre-Louis. <i>AS LEIS DO MOVIMENTO E DO REPOUSO</i> (...).....	262
10.4	Textos referentes ao Capítulo 5.....	279
10.4.1	Euler, Leonard. Aditamento II.	280
10.5	Textos referentes ao Capítulo 6.....	291
10.5.1	VOLTAIRE. <i>HISTÓRIA DO DOUTOR AKAKIA E DO NATIVO DE SAINT-MALO</i>	292
10.6	Textos referentes ao Capítulo 7.....	313
10.6.1	d'Alembert, Jean Le Rond. <i>Acção</i> . In <i>Encyclopédie</i> (...)	313
10.6.2	d'Alembert, Jean Le Rond. <i>Causas finais</i> . In <i>Encyclopédie</i> (...)	316
10.6.3	d'Alembert, Jean Le Rond. <i>Cosmologia</i> . In <i>Encyclopédie</i> (...).....	318
10.7	Textos referentes ao Capítulo 8.....	326
10.7.1	Lagrange, Joseph-Louis. <i>Sobre os diferentes Princípios da Estática</i>	326
10.7.2	Lagrange, Joseph-Louis. <i>Sobre os diferentes Princípios da Dinâmica</i>	332
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	351
12.	ÍNDICE REMISSIVO	359

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

"(...) a troca de pontos de vista entre Fermat e Descartes, e entre estes e outros intervenientes, se fizesse através de Marin Mersenne (...)"	25
"(...) Na Dióptrica de Descartes uma das analogias usadas para representar o trajecto do raio luminoso assenta no movimento de uma bola e as ilustrações baseavam-se no conhecido "Jeu de paume" (...)"	31
Esquema da refração de um raio luminoso na superfície DB separadora dos dois meios	
"(...) De La Chambre comunicou à assembleia dos seguidores de Descartes a proposta de Fermat sobre a demonstração das leis da refração (...)"	39
Esquema da refração de um raio luminoso utilizado por Fermat	
"(...) da vossa obra excelente sobre os relógios de pêndulo [<i>Horologium Oscillatorium</i>] foi uma das causas do progresso que tenha feito desde então nestas ciências (...)"	49
"(...) Deus manifesta-se, segundo o pensamento de Newton-Clarke, exactamente pela necessidade de intervenção sobre o funcionamento da natureza (...)"	57
"(...) Jaime, a pedido do seu irmão mais novo João (I), inicia-o na nova arte do cálculo (...)"	63
"(...) Entre outros problemas, ou desafios, que os Bernoulli lançam aos matemáticos da época, está, por exemplo, o célebre problema da braquistócrona (...)"	67
"(...) Maupertuis era um excelente conversador e animador das tertúlias existentes nos cafés frequentados pelos académicos, em particular o <i>Café Procope</i> (...)"	77
"(...) li esta manhã três quartos do vosso livro, com o prazer de uma jovem que lê um romance e a fé de um devoto que lê o evangelho (...)"	81
"O Globo mal conhecido que soube calcular/ Torna-se um monumento onde a sua glória se segura; /o seu destino é do Mundo fixar a figura/ De lhe agradecer, e de o iluminar."	87
"(...) se na Prússia Frederico é o seu imperador, na Academia berlinense, por sua graça, o imperador é Maupertuis (...)"	99
"(...) uma lei que a regula e que corresponde ao facto de a Natureza, em cada passo ou no acto inicial, agir dentro de uma estratégia de «poupança» ou «economia de meios» – uma espécie de vigilante do relojoeiro ou a regra que condiciona a intervenção deste (...)"	103
"(...) deveria procurá-lo todos os sábados à tarde, levando a sua gentileza ao ponto de discutir comigo as dificuldades encontradas (...)"	107
"(...) Método para encontrar as linhas curvas que gozam das propriedades de máximo ou mínimo ou a solução do problema dos isoperímetros no seu sentido mais amplo (...)"	111
"(...) o imperador, sempre envolvido em questões militares, pediu-lhe uma opinião sobre o melhor tratado de artilharia (...)"	127

“(...) Relata-se nos salões parisienses que ela foi vista beijando o seu amante na boca e perante testemunhas (...)”	137
“(...) O castelo de Cirey passou a ser o refúgio do casal e, ao mesmo tempo, a sede do seu salão literário, aí recebiam os seus amigos e desenvolviam os seus estudos científico-filosóficos (...)”	141
“(...) As palavras de Euler levaram a Academia de Berlim a concluir que a citação apresentada por Koenig era falsa: esta foi a sentença! (...)”	153
“(...) No dia 24 de Dezembro de 1752, Voltaire, pelas janelas da sua casa, assiste à fogueira pública onde Frederico II mandou queimar os exemplares da <i>Diatribes</i> editados em Leiden (...)”	159
“(...) No dia 18 de Abril, Voltaire sai de Leipzig em direcção a Estrasburgo, passando por Francforte e é nesta cidade que terá uma grande surpresa: é preso a 25 de Maio por ordem de Frederico II e só será libertado nos finais de Julho (...)”	161
“(...) Maupertuis, já membro das duas Academias de França, introduzisse o jovem autor nos salões académicos e literários da capital francesa onde este não deixará os seus créditos por mãos alheias e rapidamente se converteu num dos seus mais brilhantes animadores (...)”	169
“(...) um grupo de filósofos apostados na renovação da racionalidade, na compreensão do homem na sociedade, no entendimento da origem do conhecimento e no respeito pelos outros e pelas suas ideias, vectores fundamentais da filosofia das luzes (...)”	171
“(...) Em 4 de Agosto de 1752, D’Alembert escreve a Maupertuis uma carta (...)”	175
“(...) uma mensagem escrita por um muito jovem matemático, já professor da Academia de Artilharia de Turim, Joseph-Louis Lagrange (...)”	185
“(...) Lagrange permanece na sua cidade natal ensinando matemática na Academia Militar (...)”	193
“(...) ficando retido em Paris no inverno de 1763-64, onde, convalescente, procurou participar, tão activamente quanto possível, na vida científica francesa (...)”	195
“(...) Nesse mesmo ano, após as movimentações de D’Alembert junto de Frederico II e depois de obter a autorização do rei da Sardenha, Joseph-Louis Lagrange vai substituir na Academia de Berlim Leonardo Euler (...)”	205
“(...) a 17 de Junho de 1787, assistisse pela primeira vez, em Paris, a uma sessão de trabalho da Academia enquanto membro associado de pleno direito. (...)”	207