

«*Mathesis universalis*» e inteligibilidade em Descartes, Trad. em português por Maria Aparecida Corrêa-Paty, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (Campinas), Série 3, vol. 8, 1998 (nº1, jan.-jun.), 9-57.
(avec corrections : errata, 18.9.97)

Mathesis universalis e inteligibilidade em Descartes^{§#}

por

Michel PATY[#]

RESUMO

A questão da inteligibilidade, que esta no coração da filosofia de Descartes, aparece primeiramente nas *Regras para a Direção do Espírito*, redigidas nove anos antes do *Discurso do Método*. As *Regulae* são como o primeiro movimento de seu pensamento profundo sobre a matemática e sobre a questão da certeza do conhecimento em relação à subjetividade. A *mathesis universalis* resume ali, digamos assim, sua filosofia do conhecimento naquilo que ela tem de essencial.

SUMARIO

1. Introdução. 2. As dimensões da pesquisa de Descartes. 3. No centro do projeto cartesiano : a inteligibilidade. O sentido da *Mathesis universalis*. 4. Construções de curvas e resoluções de equações. Os fundamentos da Geometria. 5. Leis do movimento e geometrização da física. 6. Conclusão. A luz instantânea da compreensão e o problema do conhecimento. - Bibliografia.

1

INTRODUÇÃO

O tema fundamental da filosofia de Descartes é o da inteligibilidade, isto

[§] Exposição em *O Cartesianismo, 4º Encontro de Évora sobre História e Filosofia da Ciência, Descartes*, Evora, Portugal, 13-14.11.1996. A conferencia foi proferida em português.

[#] Texto traduzido do original em francês por Maria Aparecida Corrêa-Paty.

[#] Equipe REHSEIS (UPR 318), CNRS e Université Paris 7-Denis Diderot.

é, da aquisição de um conhecimento verdadeiro e da possibilidade de assegurar a verdade deste conhecimento. Os dois estão em estreita relação, e a afirmação, por Descartes, da busca da verdade é inseparável desta procura em si mesma - no que concerne ao mundo e ao homem - e do pensamento reflexivo sobre ela. Toda a obra de Descartes pode ser vista como um ensaio de aprofundamento e de sistematização desta ideia fundadora, de que ele teve intuição ou "revelação", desde os primeiros passos de sua aventura intelectual, quando então decide se converter ao exercício do pensamento e dedicar sua existência à procura da verdade.

O "poder de bem julgar", isto é, a razão, que "é naturalmente igual em todos os homens", é o único critério a que os conhecimentos devem ser remetidos. *O Discurso do Método* (1737) que se abre com esta afirmação e a *Geometria* que o acompanha, com a *Dioptria* e os *Meteoros*, como tantas outras aplicações deste método¹, constituem a primeira formalização, já bastante avançada, de sua doutrina, pelo menos posterior à redação inacabada do *Mundo*². Mas é nas *Regras para a Direção do Espírito*, redigidas nove anos antes³ que encontramos o primeiro germe e também o primeiro movimento do pensamento profundo de Descartes, a propósito da matemática, do conhecimento do mundo e da questão da certeza do conhecimento em relação à subjetividade.

Deste primeiro movimento, a filosofia de Descartes guardará o impulso e a direção fundamentais, através de suas modificações ulteriores e de sua sistematização no *Discurso*, e depois nas *Meditações Metafísicas*⁴ e nos *Princípios da Filosofia*⁵. O percurso permite, mais diretamente que a figura acabada da obra no seu conjunto, de se situar imediatamente segundo o eixo central de seu pensamento e de nos fazer melhor apreender o caráter inovador das intuições que conferem sentido a este projeto. A direção do que será posteriormente a obra de Descartes é indicada desde seus primeiros trabalhos, no que diz respeito não só a matemática e à física mas também à filosofia e à metafísica.

Se queremos compreender o que faz a inovação decisiva do pensamento de Descartes na ciência e na filosofia de seu tempo, devemos ir direto ao essencial, que a própria riqueza de seus desdobramentos contribuiu a recobrir, sem contar os quase quatro séculos de interpretação que tiveram a cada época sua utilidade e que mostram, aliás, a vitalidade e a fecundidade deste pensamento no decorrer do tempo⁶. Daí a utilidade de se perguntar como surgiu este pensamento, em sua inovação - como ele nasceu, vivo de um ser vivo, de um sujeito, René Descartes.

Com a *mathesis universalis* como ele a expõe nas *Regulae*, Descartes não enfatiza tanto as certezas matemáticas ou as das ciências mas a aptidão do espírito a enunciar "julgamentos sólidos e verdadeiros sobre tudo que a ele se apresenta"⁷ e procura fundar de maneira a mais geral possível a inteligibilidade.

¹ Descartes [1637a].

² Descartes [1633a e b]. Informado em 1633 da condenação de Galileu, Descartes renunciou a publicar seu *O Mundo* ou *Tratado da Luz*, onde tomava partido, ele também, pelo movimento da Terra, contra o geocentrismo, e decidiu abandonar a redação deste.

³ Descartes [1628].

⁴ Descartes [1641].

⁵ Descartes [1644].

⁶ Henri Gouhier expressa bem, no seu livro *La jeunesse de Descartes*, esta preocupação de libertar-se da ganga das interpretações sucessivas (Gouhier [1958]).

⁷ Descartes [1628].

Apenas em um sentido particular a matemática é tomada como exemplar no que se refere ao acesso à verdade : trata-se de esclarecer o que nos podemos entender por evidencia ou por certeza. Neste sentido, a *mathesis universalis* nos permite conceber que não há conhecimento e nem ciência senão pela subjetividade, lugar próprio da inteligibilidade. Cada espírito funda em si mesmo sua compreensão e seus julgamentos, e o problema é saber o que faz com que uma subjetividade - toda subjetividade - possa adquirir uma certeza, e, a partir disso, o conhecimento. A lição visa tanto a ciência quanto a filosofia.

Em seguida nos podemos retomar, com este guia de leitura, os enunciados do método e de suas aplicações às diferentes ciências. Foi apenas com a geometria que Descartes realizou verdadeiramente seu projeto de fundar uma ciência da certeza ; se ele fracassou nas outras, antes de tudo em física, disso, entretanto, alguma coisa ficou, marcando por muito tempo as ciências, e é o que tentaremos circunscrever. Sua ideia inspiradora floresce na sua filosofia, sobretudo nas *Méditations*, com o retorno ao *ego cogito* como evidência primeira, suscetível de dar ao conhecimento um fundamento seguro, na verdade absoluto : Edmund Husserl verá nisso a inauguração de "um tipo novo da filosofia", na qual o "objetivismo ingênuo" é substituído pelo "subjetivismo transcendental"⁸. Toda a história da filosofia será marcada por isso.

Logo, é este primeiro movimento do pensamento cartesiano que evocaremos no que se segue, partindo da experiência singular na qual ele se enraíza e da qual se nutre. O caminho do pensamento de Descartes é o de uma verdadeira busca, centrada em torno de seu projeto de inteligibilidade e de *mathesis universalis*, que toma forma nas suas diferentes dimensões : estas últimas compreendem seus exercícios e suas descobertas sobre a construção de curvas, a resolução de equações e os fundamentos da *Geometria*, suas considerações sobre as leis do movimento e a geometrização da física, bem como suas concepções e suas observações sobre a fisiologia do homem. Nestas diferentes direções das ciências, se experimentava sua filosofia, que se colocava, no percurso, os problemas que contribuiriam a determinar a forma definitiva de sua obra a partir do *Discurso*. A garantia da verdade destes conhecimentos - e a das respostas a estas questões -, se sustenta sob o signo da evidência, relegada à possibilidade de pensa-las à luz instantânea da compreensão, primeiro dado percebido intuitivamente, do qual se tratara posteriormente de assegurar os fundamentos.

2

AS DIMENSÕES DA PROCURA DE DESCARTES

O pensamento de Descartes se oferece asi mesmo como um exemplo vivo do vínculo constitutivo entre o conhecimento, em sua vocação de universal -

⁸ Husserl [1934].

ele é acessível a todos pela razão -, e a subjetividade, que se manifesta na experiência singular. O homem que ele foi, com sua própria experiência de vida, esta de uma procura do caminho da verdade, importa igualmente ao conteúdo e à elaboração de seu pensamento. O próprio Descartes nos convida a esta consideração no *Discurso do Método*. Não para nos impor a singularidade do seu caso, mas para nos fazer ver o universal, para lá das contingências particulares, das características e das experiências dos indivíduos, de maneira que se encontre, além da diversidade dos espíritos e dos pensamentos, a universal igualdade da razão em cada ser humano - afirmada desde a primeira frase do *Discurso*.

Antes de lembrar alguns elementos significativos de sua experiência de vida, é útil sublinhar dois aspectos da própria situação de Descartes como pensador, que conferem à singularidade desta experiência o valor emblemático relacionado desde então ao surgimento da modernidade.

Em primeiro lugar, trata-se da reunião do matemático e do filósofo - Descartes foi plenamente, e de forma eminente, um e outro - retomando uma ligação anteriormente estabelecida por Platão e rompida em seguida, pois, no longo período que vai de Aristoteles aos escolásticos, a lógica, e não mais a matemática, tornara-se a referência para a noção de verdade. O retorno filosófico da matemática (para lá de todo neo-platonismo no que concerne a Descartes) era antes de tudo tributário da experiência da "evidência matemática", vivida através do exercício da razão matemática cujo alcance pode ser medido pelos resultados notáveis que renovaram uma parte importante desta ciência, até mesmo seus próprios fundamentos. A filosofia de Descartes traz a marca indelével de sua "decisão filosófica" da *mathesis universalis* como um conhecimento seguro, afirmado no momento mesmo onde começava a elaboração de sua obra em análise, em álgebra e em geometria. O retorno da matemática à primeira fileira do conhecimento fazia parte igualmente da conjuntura da época, que as via descer do céu dos objetos ideais e permitir a apreensão de fenômenos da natureza, como Galileu o demonstrava por sua vez, fazendo-as passar da astronomia aos movimentos dos corpos físicos terrestres⁹.

Em segundo lugar, o caminho das inovações inauguradas por Descartes tanto na obra científica quanto na filosófica, operava uma ruptura não apenas com a escolástica, cuja retórica e erudição lhe pareciam vazias, mas igualmente com algumas das ideias do Renascimento, e fundamentalmente com sua celebração do saber livresco e da autoridade dos Antigos¹⁰. Henri Gouhier caracterizou como anti-Renascimento, no século XVII, o movimento que representam de um lado a Reforma Religiosa e, de outro, as novas concepções científicas de Galileu e Descartes desenvolvidas em torno de um pensamento específico da natureza. Descartes teria sido, assim, a consciência viva e lúcida desta reação", sua ruptura sendo caracterizada como "uma filosofia da natureza que seria a metafísica da física matemática", assim como por "uma filosofia do espírito cujo método exclui a erudição"¹¹.

⁹ Koyré [1939], Geymonat [1957], Clavelin [1958], Shea [1972], Drake [1980]. Veja Paty [1996a].

¹⁰ Essa dupla oposição é claramente enunciada, mais de um século depois, no *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, que se situe indubitavelmente na herança cartesiana, avaliando-a, porém, de maneira crítica (D'Alembert [1751], primeira parte).

¹¹ Gouhier [1958].

Um elemento decisivo desta oposição, que com Descartes ganha uma força e significação particular, em razão da afirmação da subjetividade como lugar próprio do conhecimento, parece ser aquele que compreende por um lado (com o pensamento do Renascimento) a união orgânica - e, de fato, antropocêntrica - do homem com a natureza, e, por outro (sobretudo com Galileu, Descartes e Pascal) a natureza autônoma sob o olhar de um ser que se distanciou, um ser livre e soberano - o homem com seu pensamento. Não se pode, apesar disso, subestimar a continuidade que alia humanismo e ideia de humanidade (sobretudo com Montaigne) à noção cartesiana de razão universal¹².

A imagem de Descartes em seu quarto fechado e aquecido é freqüentemente lida como evocadora da solidão do pensador. Entretanto, se ele procurava seguramente a tranqüilidade para prosseguir suas reflexões e suas atividades, isso não o impedia em absoluto de apreciar também a companhia de seus semelhantes, sem distinção de condições : por que outra razão teria ele aprendido outras línguas e percorrido a Europa, depois de inicialmente ter passado pela experiência de engajar-se no exército, senão para conhecer a vida, o mundo e os homens nos seus diferentes costumes e comportamentos ? Disto ele tiraria ensinamentos úteis para sua conduta de vida. Ele apreciava o trato com seus contemporâneos como apreciara nos seus anos de colégio - e sem dúvida em seguida, apesar de sua desconfiança reafirmada dos livros - o encontro dos autores do passado, tendo mantido amizades profundas com Isaac Beeckman, com o Padre Marin Mersenne, com Constantin Huygens e outros ainda, como a jovem princesa Elisabeth de Boémia. Sem jamais recusar ensinamentos a quem lhe pedia, fosse ele camponês, valete¹³, ou rei (nós sabemos que ele esteve em Estocolmo a pedido da rainha Cristina de Suécia) nem os debates de ideias. Pode-se ver no tempo considerável que ele dedicou a se confrontar às objeções (em particular, às que se opunham à sua metafísica¹⁴) e nas controvérsias (com os doutores da Universidade de Utrecht sobretudo¹⁵) um outro índice de uma reflexão voltada para o diálogo.

Descartes, um solitário ? Toda sua vida nos diz o contrário : ela foi, certo, pesquisa pessoal, mas também encontros, debates e confrontações de ideias, sob a condição de não negligenciar em nada sua liberdade de pensamento, de nada dever a nenhuma autoridade senão aquela de seu próprio julgamento - com uma única exceção, por ele reivindicada, a respeito das questões de fé¹⁶.

O encontro, em Breda, em Brabant, no outono 1618, de Isaac Beeckman¹⁷ foi - como reconhece o próprio Descartes - um dos primeiros passos decisivos para sua vida intelectual. Estas discussões estimularam seu interesse pelas matemáticas, pelas quais ele já se sentia atraído durante seus estudos no Colégio de La Flèche, com o ensino de mestres jesuítas e provavelmente a leitura do *Algebra* de

¹² Paty [1996b].

¹³ Seu valete, Jean Gilot, que ele formou e recomendou à Wilhelm Huygens (pai de Christiaan), tornou-se matemático do rei de Portugal. Um artesão neerlandês, que lhe pediu lições, tornou-se um dos principais astrónomos do Países Baixos da época. Cf. Rodis-Lewis [1995].

¹⁴ Descartes [1741].

¹⁵ Descartes e Schook [1988]. Veja-se o prefácio de Jean-Luc Marion a esta edição.

¹⁶ Têm-se todas as razões de pensar que Descartes fora um católico convicto e sincero.

¹⁷ Beeckman acabava de defender seu diploma de doutor em medicina na Universidade de Caen.

Christóforo Clavius¹⁸ (“Apraziam-me sobretudo as matemáticas, devido à certeza e evidência de suas razões”¹⁹). Beeckman (teria tido ele notícias das pesquisas de Galileu, ainda inéditas ?) colocou-o a par da possibilidade de tratar matematicamente os problemas da física²⁰.

Para as festas de fim de ano, Descartes ofereceu seu primeiro tratado, o *Compendium Musicae* (Abreviado de música)²¹, a seu amigo e este deu-lhe de presente o registro encadernado em pergaminho no qual ele escrevera suas primeiras idéias de matemática e de física, de um lado ; suas reflexões pessoais, de outro²². Este registro, encontrado entre os papéis de Descartes na ocasião de sua morte, em Estocolmo, no dia 11 de fevereiro de 1650, trazia a menção, no reverso da página de cobertura : “Ano 1619, Kalendis Januarii”²³. Preservado por Clerselier, executor testamentario de Descartes (e cunhado de Chanut, amigo deste último e embaixador da França na Suécia, quando Descartes ali esteve), foi consultado e copiado em parte por Leibniz em Paris entre 1675-1676, e utilizado por Baillet na sua biografia de Descartes e perdido em seguida²⁴. O que sabemos das primeiras reflexões do jovem Descartes vem-nos destes fragmentos²⁵, de sua correspondência, e das *Règles pour la direction de l'esprit* que fizeram objeto de publicação inicialmente parcial (notadamente na segunda edição da *Logique de Port Royal*), depois completada, em 1701²⁶.

Durante o inverno de 1618-1619, Descartes redigiu o documento sobre

¹⁸ Clavius [1608].

¹⁹ Descartes [1737b].

²⁰ Isaac Beeckman escreve em seu *Jornal* : “Entretanto, ele [Descartes] diz que ele não havia jamais encontrado alguém, salvo a mim, que unisse *accurate* a física e a matemática, e que ele próprio não havia podido falar jamais até então com uma pessoa deste gênero de estudo” (citado por Gouhier [1958], p. 21).

²¹ Descartes [1618]. Redigido em Breda no fim de dezembro 1618, o *Compendium* foi editado pela primeira vez, em 1650. Cf. Adam e Tannery [1896-1913], vol. 10, “Avertissement”, p. 79-88.

²² As diferentes seções do registro de Descartes têm por títulos : “Parnassus” (para a matemática e a física), “Præambula”, “Experimenta” (sobre as experiências da vida que lhe sugerem idéias, por exemplo, a da força da alma), enfim *Olympica* (que contém principalmente os sonhos da noite do dia 10 ao dia 11 de novembro de 1619).

²³ Ele é descrito no inventario de papéis de Descartes em Estocolmo. Cf. AT, vol. 10, p.1-14 e Gouhier [1958].

²⁴ Ver Baillet [1691] : numerosos extratos se encontram em AT, vol. 10. As copias do registro feitas por Leibniz - mas em uma ordem diferente da do manuscrito original - foram encontradas mais tarde nos papéis deste ultimo. Ver a publicação por Foucher de Careil (Descartes [1859-1860]). A edição por Adam e Tannery das *Oeuvres* de Descartes (indicada AT na sequência das notas) fornece as partes que puderam ser reconstituídas (AT, vol. 10, p. 204-348). A descrição precisa do registro e sua análise são fornecidas em Gouhier [1958].

²⁵ Aos quais é necessário acrescentar as copias e as informações contidas no *Jornal de Beeckman*, encontrado em 1905: cf. o advertimento redigido este mesmo ano por Ch. Adam, em AT, vol. 10, p. 17-39.

²⁶ Sobre a historia das copias do manuscrito de Descartes (que figuraria entre seus papéis de Estocolmo, enviado a Clerselier e mais tarde perdido), ver as notas de Adam e Tannery, em AT, vol. 10, p. 351-357 e 470-475. Cópias do texto foram comunicadas a diversas pessoas. Uma parte das regras 13 e 14 constam, em francês, no Arnaud e Nicole [1664], 4º Parte, capítulo 2, p. 391-397. Baillet reproduzira passagens traduzidas das *Regulae* em seu livro *La vie de M. Descartes* (Paris, 1691, 2 vols.), e uma tradução em neerlandês foi publicada em 1684.

a pressão dos líquidos²⁷, e o texto sobre a música já mencionado. Em 20 de março de 1619, viveu três dias de inspiração intensa, descobrindo quatro demonstrações remarcáveis, uma sobre a divisão do ângulo em tantas partes que queremos, e as outras sobre a resolução de três tipos de equações cúbicas²⁸. Suas notas endereçadas neste período à Beeckman dão mostras de um trabalho completo e novo sobre a representação geométrica dos movimentos, como parte de seu *Algebra geométrica* que ele pretende escrever - assim como uma mecânica - estas cartas falam do sucesso alcançado neste trabalho²⁹. Ali evoca o projeto de fundar "uma ciência toda nova, que permita resolver em geral todas as questões que se podem propor para qualquer gênero de quantidade, contínua ou descontínua, cada qual segundo sua natureza"³⁰. Nos voltaremos mais adiante a estes problemas de geometria e de álgebra, que testemunham a criatividade do jovem Descartes desde o começo de sua atividade intelectual. Pouco depois, em abril, deixa a Holanda, viaja para a Dinamarca e para a Alemanha e se engaja no exército de Maximiliano de Bavária às vésperas da "guerra dos trinta anos"³¹.

Em novembro do mesmo ano, na noite do dia 10, teve a série de três sonhos relacionados com as reflexões que ocupavam então fervorosamente seu pensamento, como seqüência das "iluminações" precedentes, correspondendo à decisão de se consagrar à procura da verdade, o que nele operou uma verdadeira conversão. Segundo sua interpretação, estes sonhos seriam um convite a uma mudança de vida. O terceiro e último sonho - em que se lia em um dicionário aberto a inscrição "Quod vitae sectabor iter?" ("Que caminho da vida escolherei?"), primeiro verso de um poema de Ausone, pareceu-lhe dar sentido aos dois primeiros e ser um conselho sobre a direção a seguir. O dicionário indicaria as ciências em seu conjunto; e uma antologia de poemas, a filosofia e o saber unidos (o entusiasmo e a imaginação ocupando um largo espaço)³². E a partir daí, com efeito, sua vida mudou, pelo menos no que ele reservou a si mesmo, habitado por uma vocação que ele manteve secreta ao longo de suas viagens pela Europa da época (renunciaria logo à vida militar, mas não as viagens). Seria esta talvez a significação real deste "larvatus prodeus", "avanço mascarado", que gerou algumas interpretações, bem provavelmente bem exageradas: pelo menos, esta, proposta

²⁷ Ver os textos agrupados sob o título "Physico-mathematica", em AT, vol. 10, respectivamente p. 67-74 e 75-78, de acordo com a transcrição do *Jornal de Beeckman*, e que foram provavelmente compostos em dezembro de 1618.

²⁸ Descartes, carta à Beeckman, 26 de março de 1619, em AT, vol. 10, p. 154-160.

²⁹ AT, vol. 10, p. 72, 78. Descartes, carta a Beeckman, 23 de abril de 1619, em AT, vol. 10, p. 162-164. Ver a seção "Cogitationes" de seu caderno (AT, vol. 10, p. 220).

³⁰ Descartes, carta a Beeckman, 23 abril de 1619, em AT, vol. 10, p. 162-164.

³¹ Gouhier [1958], p. 31.

³² Os sonhos de Descartes são contados por seu primeiro biógrafo Baillet (reproduzido em AT, vol. 10, p. 180-188), que deles tomou conhecimento, no caderno manuscrito perdido, na rubrica "Olympica". Descartes mesmo evoca-os com precisão no *Discours de la méthode*: Descartes [1637b], segunda parte e início da terceira parte. Veja a discussão da realidade dos sonhos e sua reconstituição em Gouhier [1958], p. 34-50, e em Rodis-Lewis [1995], p. 68 sq. Em seu caderno de notas, Descartes fala de suas Musas, Geometria, Algebra e Mecânica, que ocupam a seção "Parnassus" do registro.

por Gouhier³³, parece simples e - em suma - natural.

No ano seguinte, exatamente no mesmo dia, em 10 de novembro de 1620, ele entrevia "os fundamentos de uma ciência (ou, mais exatamente : "de uma invenção") admirável" ou "maravilhosa", segundo a cópia do caderno recolhida por Leibniz³⁴. Nisso se pode ver, além da invenção matemática, a revelação de um novo modo de raciocínio, tal qual o desenvolverão as *Regulæ*, este da *mathesis*, capaz de assegurar a verdade de seus enunciados. Descartes, nos anos seguintes³⁵, dedicou-se às viagens e aos exercícios matemáticos e metódicos de onde saiu sua obra escrita, elaborada em várias etapas. Não se apressou a publicá-las, cioso de seus dois bens, "a liberdade e o ócio", que a celebridade prematura ameaçaria ; preferindo, como dizem seus próprios termos, "aprender o que é necessário para conduta de minha vida", a publicar "o pouco que aprendi"³⁶.

Provavelmente durante o inverno de 1627-1628, na Bretanha, onde se retirou para trabalhar em paz, Descartes compôs as *Regulæ*, que ficaram inacabadas. As vinte e uma regras redigidas³⁷ preparam a via da matemática, começando com uma intenção mais vasta, uma vez que se dirige ao "espírito", ao "ingenium", definido na Regra 12 pelas faculdades que permitem conhecer, o entendimento, a imaginação, os sentidos e a memória. O poder da *mathesis universalis* que é ali evocado não se limita ao único domínio das ciências matemáticas, antes de tudo à aritmética e à geometria tais quais eram então concebidas, nem às aplicações da matemática (ou "matemáticas mistas"). O que Descartes afirma - de saída - com suas Regras é a possibilidade de orientar este poder não só na direção da matemática ou das ciências em particular mas, de forma mais geral, na direção da formação ou da aquisição pelo espírito da atitude que sustente "juízos sólidos e verdadeiros sobre tudo aquilo que a ele se apresente" (Regra 1).

E verdade que é às matemáticas elas mesmas que ele havia atribuído uma extensão universal nos seus métodos unificadores e nas suas operações, a partir da invenção da geometria algébrica e da análise. Mas a *mathesis universalis* também recobria uma dimensão mais geral, ao revelar as faculdades da inteligência ela mesma. Descartes a concebia como adaptada diretamente ao conhecimento do mundo real (físico) pela aplicação da matemática aos diversos ramos da física. Mas ele a via igualmente como a indicação de um novo modo de raciocinar - de raciocinar com justeza -, "ciência admirável" por garantir a certeza de suas proposições.

Neste sentido, é possível ver nas *Regulæ* o resultado das

³³ Gouhier [1958], p. 29-30. Segundo Gouhier, a máscara refere-se à vida interior : o soldado que ele era traz em si um mundo que somente ele explora. Ele se parece como todos os outros, mas é ele que fará conhecer "uma ciência inteiramente nova".

³⁴ "Anno 1620, intelligere cœpi fundamentum inventi mirabilis" (texto dos "Cogitationes privatae", fragmento manuscrito do caderno, cujo título não é de Descartes, datando de 1619 e 1620).

³⁵ Sobre suas peregrinações do inverno de 1620 até o outono de 1628, ver Rodis-Lewis [1995], p. 77 e sig. Voltado a França em 1622, Descartes mantinha relações científicas com o círculo do Padre Mersenne. Viajou na Itália em 1625. Na primavera de 1629, voltou na Holanda, onde se instalou em "exílio voluntário", mudando frequentemente de domicílio.

³⁶ Descartes, carta a Mersenne, 15 abril de 1630, em AT, vol. 1, p. 136-137.

³⁷ Umas quarenta e pouco eram inicialmente previstas.

transformações das preocupações de Descartes que, de uma "Álgebra geométrica" ao final de 1618, passam, por volta de 1619, à "uma ciência totalmente nova" (compreendendo uma geometria capaz de resolver todos os problemas de construção de todas as curvas [geométricas] de todo e qualquer grau), primeiras etapas do que se revela como "uma ciência admirável" intuitivamente percebida desde o fim de 1619, afirmada um ano depois e, em seguida, desenvolvida em parte, não só capaz de tratar da matemática e da física mas também da metafísica com igual certeza³⁸.

Parece de fato que, desde as primeiras ideias de juventude, a matemática não constituía realmente nem o verdadeiro objetivo nem o quadro de sua pesquisa. Ele mesmo o indica no *Discours de la méthode* : "O que mais me contentava do método é que, através dele, eu estava certo de fazer uso de minha razão por completo", e "não o tendo jamais sujeitado a nenhuma matéria particular, eu me prometia aplicá-lo também utilmente às dificuldades de outras ciências como já havia feito com as da álgebra"³⁹. Como nota Jules Vuillemin na *Physique et métaphysique chez Descartes*, "a invenção da geometria analítica parece secundária com relação à invenção de um método universal de pensamento", aquela que esta implicada na análise das proporções"⁴⁰.

A consciência do alcance deste método fundado sobre a *mathesis universalis* devia, por um outro lado, levar a uma outra transformação de seu projeto, que o fez abandonar a redação das *Regulæ* para reorganizar as pesquisas de outra maneira, dirigida mais diretamente para a metafísica: tratava-se de estabelecer os fundamentos da certeza⁴¹, o que resultaria no "Cogito ergo sum". Não havia Descartes expressado em público, em novembro de 1628, alguns meses depois da redação das *Regulæ*, a ideia de "que é possível estabelecer na filosofia princípios mais claros e mais seguros pelos quais se restituíria a razão de todos os efeitos da natureza" ? Assim falou igualmente com o Cardeal de Bérulle, que o encorajou a desenvolver as ideias de seu projeto de provar que o homem não pode ter certeza, sem Deus⁴². Estes objetivos anunciam, além das *Regras para a direção do espírito*, o *Discurso do método*, as *Meditações metafísicas* e os *Princípios da filosofia*, e a colocação em sistema das intuições filosóficas de Descartes.

3

A INTELIGIBILIDADE NO CENTRO DO PROJETO CARTESIANO :

³⁸ Ver a parte autobiográfica da Regra 4, que corresponde a este período.

³⁹ Descartes [1637b], *Discours*, 2a parte, em AT, vol. 6, p. 21. Cf. Gouhier [1958], p. 62.

⁴⁰ Vuillemin [1960], p. 10.

⁴¹ Descartes invoca para explicar este abandono um alargamento de seu projeto inicial : ver sua carta a Mersenne do 15 abril de 1630, em AT, vol. 1, p. 138. Na mesma carta, ele menciona seu cansaço da matemática (p. 139), e fala de demonstrações a respeito das "verdades metafísicas" (p. 144).

⁴² Rodis-Lewis [1995], p. 103.

O SENTIDO DA *MATHESIS UNIVERSALIS*

Consideremos as *Regulae*, primeiro texto importante que enuncia a intenção filosófica de Descartes, e do qual se pode dizer que elas "constituem o mapa de toda sua obra"⁴³. Ao afirmar, desde a Regra 1, a disposição do espírito de sustentar juízos verdadeiros, Descartes propõe a unidade do espírito e do conhecimento em cada indivíduo - e para todos os indivíduos - : "Pois, todas as ciências não sendo outra coisa que a sabedoria humana que continua sempre uma e mesma, qualquer que seja a diferença dos objetos aos quais se aplica e que não lhes empresta mais distinções que a luz do Sol à variedade das coisas que ela ilumina, não tem motivo de impor nenhum limite aos espíritos"⁴⁴. Trata-se de aumentar o "saber universal", "a luz natural da razão", que ilumina o mundo e torna-o inteligível para nós. A unidade das ciências coloca-as em uma dependência mútua, de modo que é mais satisfatório tomá-las todas em seu conjunto que cada uma separadamente, e que o conhecimento de uma verdade auxilia o de outras⁴⁵.

Aqui temos a dimensão do projeto de Descartes em toda a sua amplitude : um projeto que se apoia sobre o conhecimento (o conhecimento seguro ou "certo", algo semelhante ao que hoje chamamos "conhecimento científico", mas numa acepção mais larga) em sua totalidade, matemática, física, filosofia, metafísica, na medida em que este conhecimento é nosso, correspondendo à ação do espírito, à possível iluminação pela razão do que pertence ao mundo e ao homem.

O único conhecimento que importa é este selado pela certeza e evidência. E o que a Regra 2 afirma : "Os objetos dos quais devemos nos ocupar são unicamente os que nossos espíritos parecem capazes de conhecer de maneira certa e indubitável", e não se deve ocupar dos "conhecimentos que são prováveis", reduzidos a uma questão de opinião. De todas as ciências conhecidas, somente a aritmética e a geometria respondem, estritamente falando, a esta regra : tal é a particularidade exemplar destas ciências; logo, é necessário encontrar a razão disso, não para apenas considera-las, mas para compreender quais são as condições de um conhecimento seguro, e disso se servir para outras direções do conhecimento.

Esta certeza se deve à natureza do objeto da Aritmética e da Geometria, na sua relação com as duas vias do conhecimento das coisas, que são a experiência e a dedução, indica Descartes no comentário da Regra 2. A experiência apoia-se nas coisas exteriores e, assim também, no conhecimento refletido que o entendimento tem de si mesmo (segundo estipulação da Regra 12) : é, nesta definição abrangente que não se limita ao que chamamos experimentação, tanto a experiência de vida quanto à experiência do pensamento e ainda à reflexão sobre a aquisição do pensamento. O erro provém da má compreensão da experiência. Quanto à dedução, é uma operação pura do entendimento, que não é susceptível de erro. Ora, a

⁴³ Costabel [1982], p. 2.

⁴⁴ Descartes [1628].

⁴⁵ As ciências são "todas unidas entre si e dependem umas das outras". "E necessário crer que todas as ciências são tão ligadas entre si que é mais fácil aprendê-las todas juntas, que separando-as umas das outras".

Aritmética e a Geometria são, entre as ciências conhecidas, "as únicas à se ocupar de um objeto tão puro e tão simples que elas não fazem absolutamente nenhuma suposição que a experiência possa tornar duvidosas e que elas são inteiramente compostas de consequências a deduzir racionalmente". Daí sua singularidade exemplar que nos fixa um ideal de verdade.

A Regra 3 trata das funções do espírito ("dos atos do nosso entendimento"), no que diz respeito ao acesso à verdade, e que são a *intuição*, que acompanha as noções de *clareza* e de *evidência*, e a *dedução*, que se segue da noção de *certeza* : é necessário procurar o que podemos ver, através da intuição, com clareza e evidência, ou o que podemos deduzir com certeza. É deste modo "que se adquire a ciência" : estes atos do entendimento, a intuição e a dedução, permitem-nos chegar ao conhecimento das coisas sem nenhum temor de nos enganar. Observa-se a oposição, ou pelo menos a distinção, subjacente à das duas funções, entre alguma coisa da ordem do imediato, disto "que se vê" (a intuição e a evidência), e o que se refere a uma seqüência adiada - intervindo a memória - de raciocínios seguros (a dedução e a certeza).

A *intuição*, nas *Regulae*, é concebida como puramente intelectual, em um sentido que Descartes reivindica como novo - com o direito de utilizá-lo assim - segundo a definição dada no comentário da Regra 3 : "Por intuição, eu entendo [excluindo o sentido ou a imaginação] o conceito que a inteligência [*mentis*] pura e atenta forma com tanta facilidade e distinção que não fica absolutamente nenhuma dúvida sobre o que nós compreendemos (...), conceito que nasce unicamente da luz da razão e cuja certeza é maior, devido à sua maior simplicidade, que aquela da dedução mesma". "Deste modo", prossegue ele, "cada um pode ver pela intuição intelectual que existe, que pensa, que um triângulo é limitado somente por três linhas, um corpo esférico por uma única superfície, etc."⁴⁶.

Ainda que se saiba "a maior parte das coisas de uma maneira certa sem que elas sejam evidentes", a convicção da verdade de um conhecimento encontra-se, de fato, para Descartes, na possibilidade de reconduzi-lo (por uma cadeia contínua de deduções) ao que se vê com evidência pela intuição. A "intuição intelectual" corresponde a uma "evidência atual", que se dá no presente instante, diga-se, como a fulguração instantânea da luz, enquanto a dedução empresta, de algum modo, sua certeza à memória. E as coisas, em particular "as proposições que são consequência imediata dos primeiros princípios", podem ser conhecidas "tanto pela intuição como pela dedução", enquanto os primeiros princípios "são conhecidos somente através da intuição". Quanto à dedução, Descartes a compreende como "toda conclusão necessária obtida de outras coisas conhecidas com certeza".

A intuição é uma faculdade que se adquire através do exercício que dela se faz : é necessário, como prescreve a Regra 9, adquirir o "hábito de ver a verdade por intuição de maneira distinta e clara". Esta concepção de uma intuição intelectual (onde o entendimento, "único capaz de perceber a verdade", é ajudado por outras faculdades do espírito: a imaginação, os sentidos e a memória⁴⁷) devia ser modificado posteriormente para levar em conta outros fatores, notadamente, os efeitos devidos à vontade. Seria interessante analisar em detalhe a concepção

⁴⁶ Descartes [1728].

⁴⁷ Veja o comentário da Regra 12, descrevendo as operações da mente no conhecimento.

cartesiana da intuição, confrontando-a notadamente com outras anteriores como a de Guilherme de Ockham, por exemplo⁴⁸, ou, posteriores, como a de Kant.

Estas considerações das três primeiras regras mostram suficientemente a dimensão e a amplitude do problema do conhecimento com que se confronta Descartes. Ao querer assegurar a certeza a partir da iluminação da evidência, afirma que o fundamento do conhecimento reside no sujeito que pensa⁴⁹, excluía toda autoridade exterior. Descartes proporá posteriormente sua sustentação pela verdade divina.

Uma consciência semelhante do enraizamento dos julgamentos de verdade na razão individual fizera, algum tempo mais tarde, denunciar à Pascal, no seu Prefácio ao *Traité du vide*, o argumento de autoridade que faz prevalecer as concepções dos Antigos nas matérias que dependem do testemunho de nossos sentidos ou da razão. "A autoridade é nesse caso inútil", escreve, e "só a razão está em posição de conhecê-las"⁵⁰. Com Descartes e Pascal, entretanto, são duas soluções diferentes do estabelecimento do pensamento racional que se esboçam, considerado em toda sua força e autonomia. Um (Descartes) quer assegurar o conhecimento sobre a certeza que a razão mesma pode fundar de modo absoluto, enquanto o outro (Pascal) considera o caráter finito da razão e sua incapacidade de fundar a certeza, interrogando extensivamente nossos saberes e as definições que os sustentam. Nossos conhecimentos são, para Pascal, apenas prováveis e se mantêm suspensos no entremeio das regressões infinitas de nossas possíveis questões; a clareza de nossos raciocínios se mostra sempre sobre um fundo de obscuridade que nada poderá dissipar jamais completamente⁵¹. Mas este estabelecimento do conhecimento pela razão não sendo menos nosso, nisso ninguém pode nos substituir.

Examinemos ainda a Regra 4, onde é expressamente evocado o papel da *mathesis universalis*. Aqui se trata do método, necessário para a busca da verdade, e Descartes ali se refere a uma disciplina que difere das "matemáticas ordinárias", tomando, porém, seus exemplos nestas últimas⁵², que são dela mais a vestimenta que as partes". Esta disciplina, intuitivamente percebida, por assim dizer, "deve (...) conter os primeiros rudimentos da razão humana e estender sua ação até fazer germinar as verdades de qualquer matéria"; ela "é preferível a todo outro conhecimento transmitido humanamente, visto que é a fonte de todas as

⁴⁸ Veja Alanen e Yrjönsuuri [1996].

⁴⁹ "No conhecimento nos devemos considerar somente dois pontos, a saber: nós quem conhecemos e os objetos que devem ser conhecidos". E também: "No ha via aberta ao homem para conhecer com certeza a verdade fora da intuição evidente e da dedução necessária" (Comentário da Regra 12).

⁵⁰ Pascal [1647].

⁵¹ Tal é o paradoxo da atividade do geometra, segundo Pascal: que ele possa definir e demonstrar o que é secundo e derivado, e que ele esteja na incapacidade de definir seus principais objetos (o tempo, o espaço, o movimento, o número) (*ibid.*). Relacione-se isto no que é dito nas *Pensées* sobre a condição do homem e da inteligência, situado entre os dois infinitos, o infinitamente grande do universo e o infinitamente pequeno do nada: "Nossa inteligência tem na ordem das coisas inteligíveis o mesmo patamar que nosso corpo na extensão da natureza", isto é, "o meio entre nada e tudo", e "é isto que nos torna incapazes de saber com certeza e de ignorar absolutamente" (Pascal [1670]).

⁵² "Ainda que eu fale de figuras e de números [exemplos evidentes e certos] (...) exponho uma outra disciplina".

outras".

Esta disciplina é a *Mathesis universalis*, que ele infere da necessidade de transcender a matemática, e a que ele atribui de fato uma acepção nova, guardando, porém, a antiga denominação. Indagando-se por que não apenas a Geometria, a Álgebra, "mais ainda a Astronomia, a Música, a Ótica, a Mecânica, e muitas outras fazem parte, diz-se, da matemática", pareceria-lhe claramente que é necessário "relacionar à Matemática tudo aquilo em que se examina a ordem e a medida" sem especificar o objeto particular desta medida. "Disso resulta, conclui, que deve haver para isso uma ciência geral que explique tudo o que se pode procurar com respeito à ordem e à medida, sem aplicá-los à uma matéria especial : esta ciência se designa, não por um nome imposto [*non ascititio vocabulo*], mas pelo nome já antigo, aceito pelo uso, de Matemática universal, porque ela contém tudo o que a fez dar a outras ciências a designação de partes da matemática"⁵³.

Ele indica como, de sua parte, ele se exercitou, aplicando-se pela ordem "na procura dos conhecimentos", "começando sempre pelos objetos os mais simples e fáceis", suscetíveis de fornecer uma certeza completa e só então passando a outras mais complexas"⁵⁴ : "É por isso que cultivei até agora esta matemática universal, tanto quanto me foi possível, de tal modo que creio poder na seqüência tratar das ciências mais elevadas, sem a elas me aplicar prematuramente".

Por aí se vê, sobretudo, como, para Descartes, a relação da matemática com as outras ciências não é verdadeiramente uma relação de aplicação, nem de construção destas ciências a partir daquelas ; parece preferentemente que as ciências - nisso compreendidas a matemática ela mesma - enraízam-se em torno de um tronco comum, a *matemática universal* (espécie de essência da matemática e também de toda ciência), que permite concebê-las cada uma em sua especificidade, segundo uma inteligibilidade intuitivo-dedutiva. Nesta perspectiva, a matemática, pela natureza de seu objeto, pode servir de propedêutica à aquisição do julgamento em matéria de ciências. Quanto ao programa de Descartes, não se trata fundamentalmente de constituir, por exemplo, uma física, ou uma mecânica, a partir da matemática, mas de pensar a inteligibilidade dos objetos destas ciências. (Inteligibilidade que conduz, é verdade, no caso da mecânica e da óptica, etc., a tratá-las matematicamente na medida em que se referem a grandezas, e a geometrização da física resultando, quanto a ela, da identificação da matéria e da extensão).

Ainda que a Matemática universal e o Método sejam elaborados ao mesmo tempo, no mesmo comentário da Regra 4, estas não se confundem, se se admite o que precede. Se a "ciência admirável" da intuição, inspirada na juventude, não se reduz, certamente, ao método, deve-se identificá-la à primeira, à *Mathesis* ? Henri Gouhier recusa a idéia, porque a idéia da *mathesis* lhe parece muito estreita e excessivamente próxima do método, enquanto Descartes se teria proposto, desde sua juventude - como havíamos indicado - uma finalidade mais ampla que a matemática⁵⁵. No entanto parece que a *inteligibilidade*, como *possibilidade de*

⁵³ Comentário da Regra 4, em AT, vol. 10, p. 378.

⁵⁴ D'Alembert se inspirará desta relação do mais simples - mais evidente - ao mais complexo, ao sobrepor a esta ordem estrutural uma ordem genética da aquisição dos conhecimentos (d'Alembert [1751]).

⁵⁵ Gouhier [1958], p. 62. Veja acima.

conhecer verdadeiramente, problema logo encontrado por Descartes e que determinou tanto a direção de sua ciência como de sua filosofia, tinha encontrado para ele sua solução na *mathesis universalis* entendida na acepção nova que a ela atribuía, designando, além das ciências matemáticas, todas as ciências da certeza - acessíveis pelo exercício do método -, as quais pertencem também, como ele já fazia idéia e como ele se esforçaria de mostrá-lo, a metafísica.

A *mathesis universalis* não seria, na realidade, simplesmente a linguagem própria da razão ?

4

CONSTRUÇÃO DE CURVAS E RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES. OS FUNDAMENTOS DA GEOMETRIA

Retornemos aos primeiros trabalhos do jovem Descartes, de março-abril de 1619, sobre a equipartição do ângulo e a resolução de equações cúbicas com a ajuda de construções geométricas. Estas construções são simples, no caso do segundo grau, onde elas se fazem com a régua e o compasso. Mas para o terceiro grau, abordado por Descartes, as construções são mais complicadas, e ele inventara, ao menos em pensamento, compassos mecânicos complexos demultiplicando os movimentos engendrados por este de um ponto sobre uma reta ou um círculo. Assim procedendo, descobrira a possibilidade de gerar desta maneira curvas de grau elevado, até o infinito.

Segundo Jean Itard, as idéias maiores de Descartes sobre a geometria estavam prontas desde 1618⁵⁶. Descartes, em 1618, referira-se à “curva dos interesses compostos”, a curva logarítmica que ninguém havia ainda estudado⁵⁷, e a excluía também das curvas geométricas, os dois movimentos que a engendram não podendo regrar-se um sobre o outro. Logo na primavera de 1619, ele manifestava a vontade de desenvolver a “ciência toda nova”, capaz de resolver todas as questões sobre grandezas de todo tipo, contínua ou descontínua, e de 1619 a 1622, redigira os textos matemáticos das *Cogitationes privatae* de seu registro e de sua correspondência de então, lembradas acima, onde se vê claramente que são bem anteriores a esta dos caracteres “cossicos” (de uso comum entre os algebristas italianos do fim do séc. XVI) que ali são utilizados para representar a raiz da equação, seu quadrado e seu cubo, antes das notações em x e suas potências. Descartes não conhecia ainda, nesta época, as notações literais da álgebra de Viète⁵⁸. Encontra-se nesta com o problema da equipartição do ângulo, a resolução

⁵⁶ Jean Itard, *La Géométrie de Descartes*, em Itard [1984], p. 268-278.

⁵⁷ John Napier, ou Neper (1550-1617), havia feito, pouco tempo antes, em 1614, na sua *Descriptio*, a primeira teoria dos logaritmos.

⁵⁸ Utilizados também por Ramus (Pierre de La Ramée, 1515-1572). Os caracteres cossicos eram empregados por C. Clavius. A palavra “cossico” vem do italiano *cosa*, “a coisa”, isto é, a

de problemas de equações cúbicas, dos quais alguns serão retomados na sua *Geometria* : ele denumbrava dezesseis casos menos três “impossíveis”, isto é, não admitindo raiz positiva (indicados anteriormente por Omar Khayyam, no século XI-XII e por Girolamo Cardano - no seu *Ars Magna* de 1545). Lá encontram-se também construções geométricas obtidas com a ajuda do compasso⁵⁹, que lhe sugerira a idéia da classificação das curvas geométricas e a consideração de diversos problemas, principalmente aquele da catenária, proposto a Descartes por Beeckman⁶⁰.

As construções de curvas por meio do “compasso” complexo, inventado por ele, consistindo em um conjunto de varas articuladas que transformam um movimento retilíneo ou circular em movimentos curvos de naturezas variadas (aparelho pensado e desenhado, mas provavelmente não realizado na prática), fê-lo definir como geométricas as curvas que poderiam ser construídas a partir de um único movimento. Estavam excluídas, porém, as “curvas mecânicas”, isto é, aquelas que são engendradas por movimentos de pontos independentes, circular e linear, como a espiral de Arquimedes, a curva logarítmica e a catenária⁶¹.

Entre 1618 e 1628, Descartes alcança pelo seu próprio trabalho o domínio perfeito de seu instrumento analítico. Não se sabe bem quais foram as influências de matemáticos sobre seu pensamento : ele havia lido Pappus e, provavelmente, Clavius⁶². Mas era sobretudo autodidata no que concerne às matemáticas modernas de seu tempo, exercendo-se continuamente sobre problemas matemáticos.

Antes de 1628, já dispunha da construção das equações sólidas (isto é do terceiro grau) e “sobre-sólidas” (do quarto grau) pela intersecção de um círculo e de uma parábola, que expusera a Beeckman e que retoma no livro 3 da *Geometria*. Indicava que uma equação do quarto grau tem quatro raízes, cujo signo era dado pelas construções, e que tais raízes podem, às vezes, ser imaginárias. Aqui se fará um parêntese sobre o interesse de Descartes pelas grandezas imaginárias, ainda que as excluísse como soluções. Foi ele quem denominou “imaginários” os números que R. Bombelli⁶³ chamava “piu di meno” (dito de outro modo $\sqrt{-1}$, isto é, na notação atual que se deve a Leonhard Euler, $+i$) e “meno di meno” ($-\sqrt{-1}$, $-i$). Descartes, desde 1618, havia se referido a movimentos puramente imaginários, isto é, que podem ser concebidos mas não representados, a propósito das curvas não geométricas (que hoje chamamos transcendentais). Do mesmo modo, pelo fato de que a equação é dada, as raízes são concebíveis mas sem ter uma existência real⁶⁴.

Os resultados sobre a inscrição dos polígonos que se encontram no

desconhecida. Veja a nota de Gustav Eneström, diretor da Biblioteca Matemática de Estocolmo, na edição AT, vol. 10, p. 156, e o comentário de Charles Adam, p. 257-263.

⁵⁹ Ver Descartes, carta a I. Beeckman do 26 de março de 1619, em AT, vol. 10, p. 154-160.

⁶⁰ AT, vol. 10, p. 219-248.

⁶¹ E mais tarde a roleta, ou cicloída.

⁶² Descartes esteve algum tempo, em 1620, em Ulm, na Alemanha, onde freqüentou o algebrista Johann Faulhaber (1580-1635): cf. Itard [1984].

⁶³ Rafael Bombelli (ca 1526-1573).

⁶⁴ Albert Girard (1595-1632) expôs em 1629 ideias semelhantes. Cf. Itard [1984].

conjunto de textos reunidos sobre a rubrica “Excerpta Mathematica” (publicados em 1701) remontam aos princípios de 1620⁶⁵. A composição do fragmento 6, sobre a quadratura do círculo que fornece o princípio do método dos isoperímetros para o cálculo da relação da circunferência ao diâmetro remonta provavelmente aos anos de 1620⁶⁶.

Embora Descartes tivesse a idéia dos elementos essenciais de sua geometria desde o fim de 1618, a sistematização de seu método analítico foi progressiva. Entre 1625-26 aproximadamente ou, em todo caso, antes de 1629, dispunha de uma notação algébrica - que, em seu conjunto, é a mesma adotada hoje - uma adaptação daquela esboçada por Viète, como também de seu cálculo geométrico, onde as construções que correspondem às soluções das equações são colocadas no início da análise, o que opera uma mudança decisiva no que fizera Viète⁶⁷. Descartes construía todos os problemas sólidos, reduzindo-os aos problemas algébricos de terceiro grau por intersecção de cônicas. A geometria algébrica ou geometria analítica de Descartes estava fundada.

Indiquemos um outro resultado de Descartes, em geometria, pouco conhecido, obtido antes de 1628, e que chegou até nós graças à transcrição do manuscrito *De solidorum elementis*, encontrado em seus papéis por Leibniz. Trata-se da relação sobre os poliedros convexos, conhecida como "Teorema de Euler sobre os sólidos" entre o número S das somas, aquele F, das faces, este das arestas, $A : F+S = A+2$ ⁶⁸. A importância deste resultado bem como a antecipação de Descartes - desde então, deve-se falar de teorema de Descartes-Euler - não foram enfatizadas que em 1860⁶⁹.

Em 1625 ou 1626, independentemente de Snell, Descartes descobria por raciocínio teórico (enquanto Snell obtivera tal resultado por experiência⁷⁰) a lei dos senos para a refração dos raios de luz, publicada posteriormente em seu *Dioptrique*. O estudo da "anaclástica", isto é, da curva sobre a qual raios saídos de um ponto dado são quebrados pela refração e convergem para um segundo ponto dado, fornecera-lhe a oportunidade de aperfeiçoar sua técnica analítica. Os três fragmentos importantes dos “Excerpta Mathematica”, de Descartes, sobre as ovas (curvas do quarto grau) datam provavelmente de 1629⁷¹. Estes relacionam-se às suas pesquisas sobre a forma das lunetas (relacionadas aos problemas da refração) e serão retomadas na *Dioptrica* e no livro 2 da *Geometria*, sobre a teoria dos ovas. A riqueza de invenção de Descartes mostra-se aqui á evidência : estuda as ovas não através das equações “cartesianas” que ele já dominava, mas através de

⁶⁵ Fragmentos 1 e 2, em AT, vol. 10, p. 284-297.

⁶⁶ Fragmento 6, em AT, vol. 10, p. 304-305.

⁶⁷ François Viète (1540-1603). Este situava tais construções no fim da análise como um resultado. A diferença em relação à Viète, como sublinha Jean Itard, “é a escolha de uma unidade de comprimento, a adoção de uma linguagem puramente aritmética, a utilização sistemática de unicamente comprimentos retilíneos” (cf. Itard [1984], p. 273).

⁶⁸ Em Descartes [1964-1974], vol. X, p. 257-276.

⁶⁹ Veja a nota de Ch. Adam, em AT, vol. 10, p. 257-263.

⁷⁰ Willebrord Snellius. Seu resultado foi publicado depois de sua morte, em 1626, por seu discípulo J. Gool, ou Golius. A proporcionalidade constante da relação (do senos) do ângulo refratado em relação ao ângulo incidente para um meio transparente dado foi proposta seis séculos antes, numa base experimental, por Ibn Sahl (cf. Rashed [ed., 1993], p. xxxi-xxxiv).

⁷¹ Fragmentos n°10, 11, 12, em AT, vol. 10, p. 310-324.

equações paramétricas. As propriedades das ovas requeriam um método algébrico de construção das tangentes: aquele de Descartes, semelhante às de Roberval e de Fermat, embora concebido independentemente, prefigurava e preparava, seguindo os passos de Arquimedes, e com estes últimos, o cálculo diferencial.

Em Leyde, em 1631, Descartes tomou conhecimento, através do orientalista J. Gool, ou Golius⁷², recém nomeado professor da Universidade, e que trazia do Oriente informações de manuscritos árabes, o problema de Pappus relativo aos segmentos de retas ligadas por relações de proporções⁷³. Descartes resolveu-o em algumas semanas, pela geometria algébrica, fornecendo então um dos primeiros exemplos de resolução puramente analítica de um problema de geometria.

Sua solução que se encontra nos livros 1 e 2 da *Geometria*, possibilita-lhe uma classificação dos problemas e das curvas geométricas, na direção do programa indicado por ele, desde 1619, mas modificado sob a forma de uma verdadeira teoria das equações algébricas⁷⁴, de alcance mais geral: a equação das curvas (geométricas) é obtida pelo lugar geométrico dos pontos definidos "pela solução de um número finito de problemas de grau inferior a este da curva" (os cônicos pela régua e o compasso; as curvas de terceiro e quarto grau pela intersecção de um círculo e de uma parábola, etc.⁷⁵). Ainda imperfeita⁷⁶, a classificação obtida indica-lhe a diferença profunda entre as curvas geométricas (que chamamos hoje algébricas) e as outras (mecânicas ou, segundo a denominação atual, transcendentais). As curvas mecânicas não podem dar lugar a proporções e resistem à construção sistemática de todos os pontos⁷⁷: mas não se podem construir que pontos particulares.

O possível encontro, por Descartes, de textos matemáticos da tradição de língua árabe⁷⁸, sugere uma comparação entre as realizações dos programas de Descartes e de al-Hayyam (Omar Khayam⁷⁹) respectivamente: conclui-se pela inscrição em uma continuidade de tradição, por um lado; e de uma radical inovação, por outro.

A continuidade diz respeito à construção dos problemas sólidos, que al-Hayyam já associava aos problemas algébricos de terceiro grau pela intersecção de cônicas, como também a questão da existência de soluções de pontos, com a passagem de um ponto a outro por um movimento contínuo, tratado por al-Hayyam e por al-Tusi, incluindo tentativas de aproximações infinitesimais⁸⁰. Embora não fosse ainda do conhecimento de Descartes, uma geometria algébrica no sentido

⁷² J. Gool ou Golius (1596-1667).

⁷³ Pappus (primeira metade do IV^o século).

⁷⁴ Rashed [1996].

⁷⁵ Itard [1984].

⁷⁶ É Fermat que daria mais tarde, nos arredores de 1659, a partir de uma reflexão sobre a geometria de Descartes, a classificação das curvas algébricas segundo o grau da equação (cf. Itard [1984]).

⁷⁷ Descartes, *Géométrie*, livro 2.

⁷⁸ Nada mais sabemos, no que concerne Descartes, do que a transmissão do problema de Pappus. A originalidade da obra dos matemáticos da civilização islâmica nos é revelada pouco a pouco por trabalhos fundamentais recentes de história das ciências, sobretudo os de Roshdi Rashed sobre al-Tûsî, al-Khayyam, Ibn al-Haytham, etc.

⁷⁹ Ver Rashed [1996].

⁸⁰ Rashed [1986].

próprio do termo existira antes dele desde o séc. XVI, desenvolvida ao longo da tradição matemática árabe⁸¹. Era uma álgebra sem escritura simbólica, mas cuja função de generalização das operações da aritmética era plenamente operatória; e em particular na aplicação aos problemas da geometria.

Em Descartes, encontram-se então duas tradições matemáticas, uma do estudo das curvas algébricas engendradas por um movimento contínuo, e outra dos problemas de procedimentos infinitos para a construção das tangentes, tradições vindas da matemática grega, transmitida e renovada pela Idade Média árabe.

A novidade radical de sua geometria consiste na sua distinção propriamente original entre curvas geométricas ou algébricas e curvas mecânicas: tal distinção, que resulta de sua classificação de curvas e de tipos de equações, permite estabelecer, de fato, a diferencia entre as duas tradições mencionadas. Mas, sobretudo, esta idéia foi fértil e constitutiva de uma "revolução matemática" - que rompia, particularmente, com Clavius - conheceria seu florescimento com a criação, por Newton e Leibniz, que a retomariam, de "um novo algoritmo inspirado pelo de Descartes que se torna ultrapassado"⁸², o do cálculo diferencial e integral. De fato, esta era o embrião deste novo cálculo: somente a análise diferencial permitiria formular a equação das curvas mecânicas. Gauss escreveria, em 1813, que a origem das funções transcendentés é o cálculo dos processos infinitos⁸³.

Jules Vuillemin sublinha, em *Physique et métaphysique chez Descartes*, o papel da metafísica em relação à preocupação de estender a *mathesis universalis* a problemas que de fato são de análise infinitesimal, e, neste sentido, enfatiza a novidade de temas como a função logarítmica e a espiral⁸⁴. Descartes considerou efetivamente vários exemplos de curvas mecânicas (transcendentés), que ele trata na sua correspondência. Mas o que o preocupava era, sobretudo, a clareza com que se pode concebê-las. Fundava sua geometria sobre a possibilidade da construção de pontos, fundada em termos de conhecimento seguro. Ora a construção geométrica das curvas mecânicas se choca contra um obstáculo: não se pode construir que pontos particulares por aproximação, mas não todos os pontos; o que ultrapassa a compreensão, pois os processos infinitos não respondem à exigência de idéias claras e distintas. Em todo caso, quando a isso se aplicava, manipulava-os com grande virtuosidade⁸⁵: tratando do problema da cicloide em uma carta à Mersenne, utilizou os métodos infinitésimais (o dos indivisíveis). Para o problema da tangente à cicloide, introduziu a idéia de "centro instantâneo de rotação". Para o caso da espiral logarítmica, expôs a Mersenne o resultado em que o arco da curva é proporcional ao raio vetor, e que o ângulo da tangente com o raio vetor é constante.

Descartes concebia seu trabalho em geometria algébrica como uma retificação da classificação dos Antigos, que não tinham a álgebra, e que consideravam o engendramento das curvas pelo movimento. Suas pesquisas em Análise, facilitadas pelo uso de uma simbólica nova, clara e manipulável (a que se

⁸¹ Rashed [1984]. Cf. Paty [1990], cap. 6.

⁸² Itard [1984], p. 271.

⁸³ Houzel [1996].

⁸⁴ Vuillemin [1960].

⁸⁵ Houzel [1996].

segue desde então) lhe permitia resolver rapidamente problemas complexos e reconhecer os traços que remetem à classificação.

No capítulo das inovações no seio da tradição, pode-se seguramente inscrever a renovação da álgebra realizada por Descartes, marcada por suas próprias exigências, simplificando e racionalizando, no entanto, as nomenclaturas inutilmente complicadas das obras anteriores, e formulando as regras que permitem efetuar operações sobre grandezas finitas, tanto as conhecidas quanto as desconhecidas : refundando a estrutura dos tratados anteriores das proporções⁸⁶. As novas notações introduzidas para designar as grandezas lhe permitiam estabelecer facilmente a correspondência entre os problemas geométricos e a resolução das equações algébricas⁸⁷.

Não obstante, sua inovação não consistia tanto na utilização das coordenadas para representar os elementos de figuras geométricas - igualmente praticadas por outros como Fermat -, que na identificação que ele efetuava de fato entre a estrutura da álgebra e a da geometria, por uma extensão conceptual e teórica das operações aritméticas, e que corresponde ao estabelecimento da geometria analítica, realizando uma verdadeira unificação da matemática. Deste ponto de vista, o código simbólico é apenas um meio, tanto para a definição da álgebra quanto para a da geometria algébrica, e intervém somente para simplificar a linguagem que exprime tais propriedades e amplificar sua potência. Atribuir-lhe toda a importância no que é verdadeiramente uma revolução conceptual⁸⁸, seria ver as coisas de modo muito restrito, e isso levaria, por um outro lado, a denegar a existência mais antiga de uma álgebra e de uma geometria algébrica no sentido próprio, sem o uso de símbolos, como se constata na tradição matemática árabe⁸⁹.

Não se pode reduzir o pensamento da “mathesis universalis” a um código, e a revolução da matemática é muito mais rica : esta unifica a matemática e indica o ponto sobre o qual o programa de unificação é ainda impossível, que traz no fundo uma generalização ulterior da algebrização da geometria pela definição de um novo algoritmo para definir as curvas e colocar e resolver as equações (o algoritmo diferencial).

Era necessário agora remeter ao exame da *Geometria*, onde os diferentes problemas dos quais se ocupava Descartes, e notavelmente o de Pappus - são distribuídos nas três partes, conforme o método exposto no *Discurso*. Tal exame, excede todavia os limites deste trabalho⁹⁰.

Eu gostaria de fazer uma observação sobre o lugar que ocupa o infinito no pensamento de Descartes, aspcto freqüentemente considerado como um dos pontos fracos de seu pensamento matemático e físico. Sabe-se que os fundamentos da geometria como os de sua física não dão lugar ao infinito : as curvas geométricas são definidas a partir de procedimentos finitos ; a matéria, cuja

⁸⁶ Cf. Costabel [1982], Itard [1983].

⁸⁷ Ver o livro 1 da *Géométrie*.

⁸⁸ Segundo o R.P. Pierre Costabel, “é o caráter de ‘código’ que faz a profunda originalidade da contribuição cartesiana” (Costabel [1982]).

⁸⁹ Esta recusa transparece em uma controversa publicada pela revista *La Recherche*, em 1985 (n°167, junho 1985, p. 820-821 ; n°169, setembro, p. 1103-1104).

⁹⁰ Cf., p. ex., Vuillemin [1960], Boyer [1968] (cap. 17), Itard [1983], Vincent [1996], Houzel [1996].

essência é a extensão, não dá lugar ao vazio, que é - de algum modo - um infinitamente pequeno de densidade da matéria. "Os limites do finito condicionam toda a ciência cartesiana, da matemática ao sistema do mundo construído sobre uma física do pleno, excluindo o vazio", escreve, por exemplo, Pierre Costabel⁹¹. Deve-se entretanto relativizar um tal julgamento e situar a recusa do infinito, em Descartes, em seu justo lugar: a noção de infinito não é ausente de suas elaborações em matemáticas e em física, mas ele não a retém entre os elementos que permitam fundar um conhecimento.

Por um lado, como vimos, Descartes utiliza métodos arquimedianos ou infinitesimais para tratar as curvas "mecânicas", que ocupam um lugar importante em seu trabalho matemático sobre a geometria algébrica. A noção de infinito é, a este respeito, vinculada a um carácter de procedimento, e não de existência real - um pouco como as entidades imaginárias. Descartes não ignora, por outro lado, que as coordenadas vão ao infinito, como aliás, as linhas das curvas geométricas não fechadas (assintotes ou direções assintóticas), e ele mesmo indica que nada limita o aumento dos graus dos polinômios que, na classificação das equações e das curvas algébricas pode ir até o infinito. A uma questão de Mersenne, Descartes responde que um infinito pode ser maior que outro, sobretudo segundo uma relação finita (por exemplo, segundo duas unidades diferentes de medida para uma direita). Ele atenua rapidamente, é verdade, esta consideração, relativizando todo juízo sobre as quantidades infinitas, como escapando a nossa compreensão: "Que razão temos de julgar se um infinito pode ser maior que outro, ou não ? visto que ele deixará de ser infinito, se o pudermos compreender ?"⁹².

O infinito que intervém nas ciências é definido apenas de forma pragmática e, de um ponto de vista fundamental, negativa, posto que não pode ser diretamente compreensível. O estatuto do infinito no pensamento de Descartes é tributário diretamente de suas exigências sobre a inteligibilidade. O infinito é utilizado no conhecimento, mas sem que se compreenda sua natureza. Do ponto de vista da inteligibilidade, não existe infinito, mas somente indefinido : Descartes exprime esta negatividade do indefinido em seu tratado sobre *le Monde* e nas *Méditations métaphysiques*, opondo-o à perfeição positiva de uma outra noção de infinito, relativa a Deus, sublinhada com o enunciado das provas da existência deste. "Compreender [ou conceber], escreve em 1630, é abraçar pelo pensamento, mas para saber uma coisa, é suficiente tocá-la pelo pensamento"⁹³. Ainda que a observação seja feita a propósito do conhecimento da infinidade e da onipotência de Deus, ela parece ser válida também para a comparação dos infinitos e a utilização dos procedimentos infinitos...

Nós encontraremos - no final deste trabalho - na concepção cartesiana da luz uma indicação, remetendo tanto ao problema do infinito quanto á inteligibilidade, que é talvez o sintoma da dificuldade da ciência e da filosofia de Descartes a considerar em seu conjunto estes dois aspectos que dizem respeito a esta e àquela, respectivamente.

⁹¹ Costabel [1982], p. 8.

⁹² Descartes, carta a Mersenne, 15 abril de 1630, em AT, vol. 1, p. 146-147.

⁹³ Descartes, carta a Mersenne, 27 maio de 1630, em AT, vol. 1, p. 152.

5

LEIS DO MOVIMENTO E
GEOMETRIZAÇÃO DA FÍSICA

A *Geometria*, a *Dioptrica* e os *Meteoros* são apresentados pelo autor como ensaios do Método. Apesar disso, esses livros correspondem às pesquisas empreendidas pelo menos dez anos antes da redação do *Discurso do Método*. Nós já evocamos acima os primeiros escritos sobre a física, entre 1618 e 1620 e outros de anos posteriores. Uma dezena de anos mais tarde, *O Mundo ou Tratado da luz* constitui uma etapa importante da elaboração da física de Descartes, retomada, depois, de outra maneira, nos *Ensaio do Método* e nos *Princípios da Filosofia*.

Descartes, querendo inscrever a *mathesis universalis* na física, não tanto a matematizava como afirmava para ela a necessidade de leis. Não falaremos de sua fisiologia, à qual se estende a observação, se não para lembrar sua preocupação de se familiarizar com o conhecimento experimental praticando observações e dissecções. Talvez ele se interessasse por isso sobretudo em vista de melhor conhecer os processos que levam, no homem (o *Tratado sobre o homem* fora concebido para ser o oitavo capítulo do *Mundo*), ao conhecimento, dos sentidos ao cérebro.

A física é uma ciência de grandezas que se reduzem a proporções e justifica assim em si mesma sua matematização, sob o signo da exigência de inteligibilidade, em relação à *mathesis universalis*. Neste sentido, é antes de tudo o caminho do conhecimento que conduz à matematização de grandezas que concernem o mundo real (diferenciando-se das razões neo-platônicas que regem a matematização da física de Newton); ela é em seguida assegurada e, depois, fundada, sobre a metafísica, e a física será geometrizada em princípio porque a essência da matéria se identifica à extensão. (É um programa, diga-se de passagem, que será retomado de bom grado pela física contemporânea, com a Relatividade Geral, mas também com as teorias de simetria de calibre (ou de “gauge”). Nesta perspectiva, a recusa do vazio por Descartes pode ser vista como a afirmação do carácter físico do espaço⁹⁴.

A idéia de leis da física diz respeito à *Dioptrica* primeiramente, onde Descartes formula a lei dos senos na refração da luz, e sua significação é geral. O título completo da obra *O Mundo* é suficientemente revelador: *O Mundo ou o Tratado da Luz*. É a transmissão da luz que nos permite conhecer o mundo, e o objeto do conhecimento aqui ainda é pensado ao mesmo tempo que o conhecimento em si mesmo, segundo um movimento reflexivo e crítico do pensamento que tenta

⁹⁴ Cf. Einstein [1954], p. 350-351, 365. Ver Paty [1987, 1993]. Se Descartes recusou o vazio, que ele substituiu por uma “matéria sutil”, lembre-se não obstante que a experiência de Pascal ao Puy de Dôme foi realizada somente em 1648, que Descartes lhe teria talvez sugerido e o encorajava, sublinhando seu interesse por ela pouco antes da sua morte, em 1650. Cf., p. ex., Nourisson [1885], p. 99-103.

assegurar-se da certeza de suas proposições.

A adequação do mundo físico e da luz, apesar de suas diferenças a propósito da matéria - a luz sendo, para ele, imaterial - e da velocidade - a transmissão da luz concebida como instantânea⁹⁵ -, é uma identidade de estrutura, que ocasiona um parentesco entre o movimento dos corpos e a transmissão da luz por intermédio de um éter material. “O que pretendo ter demonstrado, no que se refere à refração, escreve Descartes a Mersenne, não depende de modo nenhum da verdade da natureza da luz, nem do fato de que ela se faça ou não em um instante, mas somente do fato de ser uma ação, como suponho, ou uma virtude que segue as mesmas leis que o movimento local, na maneira pela qual esta se transmite de um lugar a outro, e se comunica pela mediação de um licor muito subtil que se encontra nos poros dos corpos transparentes”⁹⁶.

Pode-se considerar com Alexandre Koyré, que com Descartes emerge uma nova física cujos traços principais são analisados num importante capítulo de seus *Estudos Newtonianos*⁹⁷ : uma identificação total da física celeste e da física terrestre; a primeira formulação completa do princípio de inércia, desligado da gravitação (o que ainda não se encontrava em Galileu) ; o enunciado de um princípio de conservação, e, enfim, a noção de movimento como estado, colocado no mesmo patamar que o repouso, rompendo com as concepções aristotélicas, o pensamento da perseverança no estado permitindo conceber o princípio de inércia.

Embora não encontremos em Descartes totalmente explícita a noção de movimento-estado⁹⁸, está claro que sua concepção de movimento o conduzia diretamente à formulação do princípio de inércia. No tratado *O Mundo*, afirma que o movimento retilíneo é o único movimento inteiramente simples, cuja natureza pode ser compreendida em um instante⁹⁹ ; o que indica uma diferença importante com Galileu, para quem o movimento retilíneo e o movimento circular são, um e outro, naturais. A argumentação de Descartes é geométrica - o argumento vale para o princípio de inércia como para a retilinearidade da luz - embora fazendo intervir a noção de instante. Para conceber o movimento circular, “é preciso considerar pelo menos dois destes instantes, ou ainda duas de suas partes e a relação que há entre elas”¹⁰⁰.

Aliás, tudo o que se requer para produzir o movimento “se encontra nos corpos em cada instante que possa ser determinado enquanto eles se movem”¹⁰¹. É necessário, pois, o instante e o movimento - há, a cada instante, a tendência ao movimento, o “conatus” ou inclinação instantânea, que o corpo seguiria, se não fosse impedido. Aqui encontramos de uma certa maneira um pensamento do infinitesimal, tanto para o tempo quanto para a matéria-espaco e

⁹⁵ Apenas em 1676 o caráter finito da velocidade da luz será determinado por Röemer. Ver Taton [1978].

⁹⁶ Descartes, carta a Mersenne, 27 maio de 1638, em AT, vol. 2, p. 143.

⁹⁷ Koyré [1968].

⁹⁸ Tal interpretação, proposta por Koyré foi, com efeito, temperada por Etienne Gilson, observando que o vocabulário de Descartes inclui termos escolásticos como “modus” (ressalva retomada por Costabel [1982], p. 10).

⁹⁹ A ideia de luz é estreitamente ligada à de linha reta. “É este único impulso em linha reta que se nomeia luz” (*Principia*, II, p. 469).

¹⁰⁰ *Monde*, p. 44, 45 ; *Principia*, II, 39 e III, 57.

¹⁰¹ *Principia*, II, 39.

para o movimento. O movimento tende sem cessar a se aproximar da instantaneidade da ação até, no limite, se identificar a ela¹⁰² : o que acentua uma outra diferença com o pensamento aristotélico, que estabelece uma distinção entre potência e ato.

Retenhamos a idéia de instantaneidade, que está no centro da idéia de movimento em Descartes, mesmo que, por outro lado, este não se preocupe expressamente de exprimir as leis do movimento em função do tempo. Aliás, sua concepção da causalidade escapa ao tempo. A expressão da lei de movimento em função do tempo é uma descoberta que devemos a Galileu, a propósito da queda dos corpos¹⁰³. Todavia, este não considerava o tempo instantâneo, preocupando-se de velocidades médias em intervalos finitos de tempo. (Somente a partir de Newton, as leis da mecânica fariam intervir, de fato, o tempo instantâneo como variável do movimento, sem contudo conceptualizá-lo completamente¹⁰⁴).

A respeito das leis do movimento, Descartes exprime, nos *Princípios*, a idéia de que é preferível crer sempre na regularidade na natureza a crer na irregularidade (partindo da imutabilidade de Deus, chegaremos às leis da natureza). E, quanto à conservação do movimento (por Deus), na passagem do movimento de um corpo a outro esta resulta da ausência de oposição entre a mudança perpétua das coisas e a constância de Deus¹⁰⁵. A respeito das leis da mecânica, d'Alembert, que é, por outro lado, mais herdeiro de Descartes do que queria admitir, diria um século depois : "se ele (Descartes) se enganou sobre as leis do movimento, ele ao menos foi o primeiro a adivinhar que estas deveriam existir"¹⁰⁶. Newton e seus sucessores, entre os quais o próprio d'Alembert, não deixaram de criticar Descartes, avançando ao mesmo tempo na direção que este havia indicado (e tal era provavelmente a condição para progredir nesta via). O próprio título de *Principia Mathematica (Naturalis Philosophia)* de Newton proclama sua intenção polêmica, mas ao mesmo tempo faz o reconhecimento de uma inspiração originária : encontram-se - nos *Princípios de Filosofia* - e em outras obras de Descartes - os elementos essenciais de onde partira a reflexão de Newton e de seus sucessores¹⁰⁷.

A obra de Descartes em física é, mais que sua *Geometria*, largamente inacabada : é o caso da *Dioptria* e dos *Meteoros*, ensaios de método e, como tais, "testemunhos de uma ciência a se fazer"¹⁰⁸, freqüentemente rica de inovações e mostrando novos caminhos. Os *Meteoros* contêm, p.ex., a exposição de uma explicação do arco-íris, cuja teoria é quantitativa e exata no que se refere à disposição dos arcos em função dos caminhos da luz (refrações e reflexões) nas gotas de água em suspensão na atmosfera ; mas o que concerne às cores nisso é puramente qualitativo, e esta parte da teoria deverá esperar Newton¹⁰⁹.

¹⁰² *Principia*, II, p. 143.

¹⁰³ Paty [1996a].

¹⁰⁴ Cf. Paty [1994a e b].

¹⁰⁵ Wahl [1920], p. 83. Descartes, *Principia*, II, 42.

¹⁰⁶ D'Alembert [1751].

¹⁰⁷ Ch. Huygens, e mais tarde L. Euler e os Bernoulli diziam-se cartesianos.

¹⁰⁸ Costabel [19a82], p. 5.

¹⁰⁹ Sobre a teoria do arco-íris de Descartes, cf. Blay [1983]. Antes de Descartes, explicações do arco-íris baseadas no mesmo princípio tinham sido sugeridas por Ibn al Haytham (Alhazen), depois por al-Fârisî (XIV século), que realizou experiências com um globo enchido de água (cf. Rashed [1992], p. 109-140).

A rica intuição e a fertilidade do pensamento de Descartes no que se refere à física é freqüentemente subestimada, porque é julgada em função das inovações que se seguiram. Sua idéia do tempo, de sua função e de sua natureza, é talvez a mais rica e a mais fecunda de todas as suas concepções físicas, sem dúvida porque esta comanda a maior parte das outras.

Descartes enuncia e frisa, pelo que sei a este respeito, pela primeira vez a equivalência de todos os instantes, e é ainda a luz que lhe inspira esta idéia. Ele afirma que não existe prioridade do tempo, compreendendo-o no sentido que todas as partes da luz em todos os instantes sucessivos são dependentes dos precedentes, e esta dependência é constante de um instante a outro (o que na nossa compreensão atual parece uma espécie de prefiguração da lei diferencial). Esclarecendo para Mersenne o que ele entende por transmissão da luz em um instante, Descartes indica: “A palavra instante exclui apenas a prioridade do tempo, e não impede que cada uma das partes inferiores do raio (proveniente do sol) não seja dependente de todas as superiores, do mesmo modo que o fim de um movimento sucessivo depende de todas as suas partes precedentes”¹¹⁰. Ainda nas *Meditações*¹¹¹: “O tempo presente não depende em nada deste que o precede imediatamente; e, por isso para conservar uma coisa não é necessária a mínima causa a não ser para produzi-la a primeira vez” (dito de outro modo, há um relação entre a conservação do movimento e sua comunicação). Não se pode deixar de pensar que a concepção cartesiana do tempo físico corresponde a uma intuição profunda que não tinha a sua disposição o material conceptual e matemático que permitiria suplantiar a aparente contradição de um movimento que é ao mesmo tempo submisso a uma propagação regradada e concebido como instantâneo. Tal intuição é por assim dizer a de um instante (sem duração) retardado...

O instante - a instantaneidade do tempo - tem na obra de Descartes um papel importante, no que se refere à experiência humana e à física: para a primeira, trata-se do acto consciente, voluntário; para a segunda, do instante na duração, o que, do nosso ponto de vista, chama irresistivelmente ao cálculo diferencial.

A relação da física com a metafísica que se exprime na concepção cartesiana do tempo revela simultaneamente uma continuidade e uma ruptura com o aristotelismo¹¹². Segundo Jean Wahl, para Descartes, “a doutrina da causalidade instantânea se manifesta na física pela teoria da instantaneidade da luz como ela se manifesta em metafísica pela teoria de Deus ‘causa de sim’, ‘causa sui’”¹¹³. Tal causalidade não implica tempo e se aplica tanto à essência quanto à existência (o que é por outro lado coerente com a escolha do método, de partir das coisas às idéias que delas fazemos e de analisar as idéias). A causa tornou-se a razão (“causa sive ratio”¹¹⁴), a causa eficiente (relativa à existência) passa à causa formal (relativa à essência): de fato, elas se confundem em Deus (“causa sui”), cuja idéia liga-se estreitamente à de criação contínua”¹¹⁵. E Wahl se questiona se a obra de Descartes

¹¹⁰ Carta a Mersenne, 27 maio de 1638, em AT, II, p. 143.

¹¹¹ Segundas respostas, nos “Axiomas ou noções comuns”, em AT, vol. 7, p. 165 (trad. fr., vol. 9, p. 127).

¹¹² Ver, em particular, Buzon e Carraud [1994].

¹¹³ Wahl [1920], p. 74.

¹¹⁴ Descartes, *Méditations*, AT, 7, p. 165, 236.

¹¹⁵ Wahl [1920], p. 68.

nao teria “consistido aqui a unir profundamente à idéia de criação contínua - como a escolástica a apresentava - a idéia de tempo descontínuo, como se constituía na mecânica e na física da Renascença”¹¹⁶.

6

CONCLUSÃO A LUZ INSTANTANEA DA COMPREENSÃO E O PROBLEMA DO CONHECIMENTO

A questão do tempo e do instantâneo, que torna patente a passagem contínua, em Descartes, da matemática e da física, de uma parte, à filosofia e à metafísica, de outra - as primeiras são indicadoras das segundas, que se situam na base - remetem-nos ao problema fundamental do conhecimento, que, segundo ele, compreende a evidência, a intuição e a memória, e faz intervir a dúvida para reencontrar ou fundar a certeza. Em sua tese complementar, já citada, de 1920 *Sobre o papel da idéia de instante na filosofia de Descartes*, Jean Wahl propõe que "a existência da memória e, de modo mais profundo, a realidade do tempo é um dos mais importantes motivos da dúvida cartesiana"¹¹⁷. Um dos principais problemas que Descartes se coloca, não é, com efeito, o de saber se, quando esquecida a cadeia de razões pela qual chegamos à conclusões das quais não se pode duvidar, podemos ainda confiar nestas conclusões ? Trata-se de encontrar “uma certeza instantânea, uma verdade que encerra sua certeza, que seja essencialmente diferente de um raciocínio ou de uma lembrança”. Para Descartes, nos possuímos uma tal verdade em nós : o “eu penso, logo, eu sou”, “cogito ergo sum”. Esta certeza essencial (produzida na subjetividade), imediata, “necessariamente verdadeira cada vez que a pronuncio ou que a concebo em meu espírito”¹¹⁸, é instantânea. De outro modo, ela seria fora do tempo, indica Jean Wahl, que fala a propósito da “simultaneidade” necessária de nossa existência e de nosso pensamento”¹¹⁹.

O fundamento do conhecimento, na concepção de Descartes, é fato de reflexividade do pensamento, da consciência. “É sobre a certeza de nossa

¹¹⁶ Wahl [1920], p. 70.

¹¹⁷ Wahl [1920], p. 51. O ponto de vista estrutural adotado por Jean Wahl ressalta uma coerência profunda na filosofia de Descartes sob o signo da ideia de instantaneidade do tempo, tanto para o conhecimento, que para a ideia de Deus, e para o mundo. Si esta interpretação, defendida por uns (Guérout [1953]), e criticada por outros (Bayssade [1979]), e tributaria duma influencia bergsoniana (sublinhada por F. Worms no seu prefácio a reedição), pela escolha do tempo da consciência como dado primeiro, se observara todavia que Descartes segundo Wahl reúne o tempo da consciência e o da ciência - pelo menos da física - ao contrario de Bergson que os opunha.

¹¹⁸ Descartes, *Méditations*, em AT, vol. 7, p. 25, 27, 36; vol. 9, p. 19, 21, 28. Cf. Wahl [1920], p. 53.

¹¹⁹ Wahl [1920], p. 51-54.

consciência que toda nossa ciência será fundada”. Este fundamento tem ele próprio um fundamento, posto que “o pensamento faz pressentir o total poder, a eternidade e a unidade de Deus”¹²⁰. De algum modo, é um ponto de apoio sobre o infinito : pode-se contudo tentar laicizar esta intuição cartesiana (que nos lembra a de Pascal sobre o homem situado entre dois infinitos, o do nada e o de Deus). Quando consideramos a consciência do pensamento (*eu penso*, logo, em seguida, *eu penso que eu penso*, para *pensar* que *eu sou*) como função, é do pensamento que partimos, não da ideia de Deus ou do infinito, que não são necessárias para esta função, a seu nível de reflexividade do pensamento. Poder-se-ia dizer, em outros termos, que o “cogito”, esta intuição (“simplici mentis intuitu”)¹²¹, é consciência e afirmação de que o pensamento constitui sua própria referência enquanto é pensamento, no seu nível de significação e, por assim dizer - em termos de problemáticas atuais -, no seu nível de emergência. A reflexão do pensamento corresponde a consciência de ser, que se exprime no enunciado “eu sou” - que repousa, com efeito, sobre um “infinito” ontológico, cuja dificuldade surgira desde que se quer explicitar a natureza do que nos depreendemos na intuição.

Certo, as noções cartesianas formam sistema : ha um vinculo de necessidade entre suas significações, que limita as possibilidades de sua reatualização para nossa própria intuição, hoje mesmo. Para Descartes, nos apreendemos na intuição naturezas bem determinadas, cuja analise remete às naturezas simples, que correspondem às ideias inatas cujo pensamento é de alguma maneira eterno. Mas tanto para Descartes quanto para nos - em nossa formulação agnostica - a intuição se encontra tanto no ponto de partida quanto no ponto de chegada, mas compreendida (parcialmente) segundo conteúdos explícitos diferentes para Descartes e para nos.

BIBLIOGRAFIA

ADAM, Charles et TANNERY, Paul [1896-1913]. Comentários e notas da edição crítica das *Oeuvres de Descartes*, edição atualizada, in Descartes [1964-1974], 11 vols.

ALANEN, Lily et YRJÖNSUURI, Mikko [1996]. Intuition, jugement et évidence chez Ockham et Descartes, Comunicação au *Colloque Descartes et le Moyen Age*, Paris, Sorbonne, 4-7 juin 1996.

ALEMBERT, Jean Le Rond d' [1751]. *Discours Préliminaire de l'Encyclopédie*, Paris, 1751.

ARNAULD, et NICOLE, [1662]. *La Logique ou l'Art de penser*, 2a ed., Paris, 1664 [1a ed.: 1662].

BAILLET, A. [1691]. *Vie de Monsieur Des Cartes*, Paris, 1691, 2 vols.

¹²⁰ Wahl [1920], p. 55.

¹²¹ Descartes, *Méditations*, em AT, vol. 7, p. 140.

- BAYSSADE, Jean Marie [1979]. *La philosophie première de Descartes*, Flammarion, Paris, 1979.
- BUZON, Frédéric de, CARRAUD, Vincent [1994]. *Descartes et les Principia II, Corps et mouvement*, Presses Universitaires de France, Paris, 1994.
- CLAVELIN, Maurice [1968]. *La philosophie naturelle de Galilée*, A. Colin, Paris, 1968.
- CLAVIUS, Christophorus [1608]. *Algebra*, Rome, 1608. 2a ed., Orléans, 1609; 3a ed., Mayence, 1612.
- COSTABEL, Pierre [1982]. *Démarches originales de Descartes savant*, Vrin, 1982.
- DESCARTES, René [1618]. *Musicae Compendium*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 10, p. 79-141. Primeira publicação, Utrecht, 1650. Trad. francesa pelo P. N. Poisson, *Abrégé de la musique*, in Descartes, *Traité de la Mécanique*, Ch. Angot, Paris, 1668, p. 53-98.
- [1619-1621]. *Premiers opuscules, 1619-1621* (inédits até 1859), in Descartes [1859-1860]. Igualmente in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 10, p. 204-348.
 - [vers 1628]. *Regulae ad directionem ingenii*, in Descartes, *Opuscula Posthuma*, Amsterdam, 1701; in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 10, p. 349-486 ; trad. Francesa por : , *Règles pour la direction de l'esprit*,
 - [circa 1633a]. *Le monde, ou Traité de la lumière*, primeira ed.post., Le Gras, Paris, 1664; edição Clerselier, Paris 1677, republ. in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 11, p. 1-118.
 - [circa 1633b]. *Traité de l'homme*, primeira ed.posth., Le Gras, Paris, 1664; edição Clerselier, Paris 1677, republ. in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 11, p. 119-215. (Chapitre VIII do *Monde*).
 - [1637a]. *Discours de la méthode*, et “Essais de cette méthode”: *La Dioptrique, Les Météores, La Géométrie*, Leyde, 1637; in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 6.
 - [1637b]. *Discours de la méthode*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 6, p. 1-78.
 - [1637c]. *La Géométrie*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 6, p. 367-486.
 - [1637d]. *La Dioptrique*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 6, p. 79-228.
 - [1637e]. *Les Météores*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 6, p. 229-366.
 - [1641]. *Meditationes de Prima philosophia*, 1ère éd., Michel Soly, 1641 ; 2ème éd. augm., Louis Elzevier, Amsterdam, 1642; in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 7, p. 1-612. Trad. francesa (1647), *Méditations*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 9, p. 1-254.
 - [1644]. *Principia philosophiae*, 1ère éd. princeps, Louis Elzevier, Amsterdam, 1644 ; in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 8, p. 1-353. Trad. francesa (1647), *Principes de la philosophie*, in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 9, p. 1-362.
 - [1648]. *La description du corps humain*, primeira ed.post., Le Gras, Paris, 1664 ; in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 11, p. 219-290.
 - [1649]. *Les passions de l'âme*, Le Gras, Paris, 1649 et Elzevier, Amsterdam, 1649 ; in Descartes [1964-1974] (AT), vol. 11, p. 291-498.
 - [1657-1667]. *Lettres de Descartes*, éditées par Clerselier, 3 vols., Charles Angot, Paris, 1657, 1659, 1667.
 - [1859-1860]. *Oeuvres inédites de Descartes*, éditées par Foucher de Careil, 2 vols., Auguste Durand, Paris, 1859-1860.
 - [1964-1974]. *Oeuvres de Descartes*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, 11 volumes (1ère éd., 1896-1913) ; nouvelle édition révisée, 1964-1974; ré-éd.,

1996. [Edition indiquée AT dans les notes].

DESCARTES, René et SCHOOK, Martin [1988]. *La querelle d'Utrecht*, Textes établis et annotés par Theo Verbeck, Préface de Jean-Luc Marion, Les Impressions nouvelles, Paris, 1988.

DRAKE, Stilman [1980]. *Galilée*, trad. de l'anglais par Jean-Paul Sheidecker, Actes Sud, 1986.

EINSTEIN, Albert [1954]. *Relativity and the problem of space*, in *Ideas and opinions*, New translations revised by Sonja Bargmann, Crown, New York, 1954; Laurel edition, 1981.

KOYRE, Alexandre [1939]. *Etudes galiléennes* (1935-1939), Hermann, Paris, 1966.

GEYMONAT, Ludovico [1957]. *Galilée* (1957), trad. de l'italien par François-Marie Rosset, Laffont, Paris, 1968; Seuil, Paris 1992.

GOUHIER, Henri [1958]. *Les premières pensées de Descartes. Contribution à l'histoire de l'anti-Renaissance*, Vrin, 1958.

GUEROULT, Martial [1953]. *Descartes selon l'ordre des raisons*, Aubier, Paris, 1953, 2 vols.

HOUZEL, Christian [1996]. *Descartes et les courbes transcendentes*, Communicação ao *Colloque Descartes et le Moyen Age*, Paris, Sorbonne, 4-7 juin 1996.

HUSSERL, Edmund [1934]. *Méditations cartésiennes*, trad.fr. par Gabrielle Peiffer et Emmanuel Lévinas, Armand Colin, Paris, 1934; ré-éd., Vrin, Paris, 1992.

ITARD, Jean [1984]. *Essais d'histoire des mathématiques*, réunis et introduits par Roshdi Rashed, Blanchard, Paris, 1984. (Chapitre sur "La géométrie de Descartes", p. 269-279.)

KOYRE, Alexandre [1939]. *Etudes galiléennes*, Hermann, Paris, 1966.

- [1968]. *Etudes newtoniennes* (édition française), Gallimard, Paris, 1968.

MARION, Jean-Luc [1988]. Préface à Descartes et Schook [1988], p. 7-17.

NOURISSON [1885]. *Pascal, physicien et philosophe*, Emile Perrin, Paris, 1885.

PASCAL, Blaise [vers 1647]. Préface au *Traité du vide*, in Pascal [1963], p. 230-232.

- [1670]. *Pensées*, in Pascal [1963], p. 493-649.

- [1963]. *Oeuvres complètes*, Préface d'Henri Gouhier, Présentation et Notes de Louis Lafuma, Seuil, Paris, 1963.

PATY, Michel [1987]. Einstein et la pensée de Newton, *La Pensée*, n° 259, 1987, 17-37.

- [1990]. *L'analyse critique des sciences, ou le tétraèdre épistémologique (sciences, philosophie, épistémologie, histoire des sciences)*, L'Harmattan, Paris, 1990.

- [1993a]. *Einstein philosophe. La physique comme pratique philosophique*, Presses Universitaires de France, Paris, 1993

- [1994a]. Le caractère historique de l'adéquation des mathématiques à la physique, in Garma, Santiago; Flament, Dominique; Navarro, Victor (eds.), *Contra los titanes de la rutina.- Contre les titans de la routine*, Comunidad de Madrid/C.S.I.C., Madrid, 1994, p. 401-428.

- [1994b]. Sur l'histoire du problème du temps : le temps physique et les phénomènes, in Klein, Etienne et Spiro, Michel (eds.), *Le temps et sa flèche*, Editions Frontières, Gif-sur-Yvette, 1994, p. 21-58; 2a ed., 1995; Collection Champs, Flammarion, Paris, 1996, p. 21-58.

- [1996a]. Galilée et la mathématisation du mouvement, *Passages*, n°76, avril-mai 1996, 49-53.
- [1996b]. L'idée d'universalité de la science et sa critique philosophique et historique, Conferencia no IV Congresso de la Sociedad Latino-Americana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Cali (Colombie), 24-27 janvier 1995. A ser publicado nas Atas; a ser publicado igualmente em *Asclepio* (Madrid).
- RASHED, Roshdi [1984]. *Entre Arithmétique et algèbre. Recherches sur l'histoire des mathématiques arabes*, Les Belles Lettres, Paris, 1983.
- [éd., 1986]. *Sharaf al-Din al Tusi. Oeuvres mathématiques. Algèbre et géométrie au XIIème siècle*, Texto estabelecido e traduzido por R. Rashed, Les Belles Lettres, Paris, 1986, 2 vols.
- [1992]. *Optique et mathématiques. Recherches sur l'histoire de la pensée scientifique en arabe*, Variorum, Aldershot (HR, UK), 1992.
- [1993]. *Géométrie et dioptrique au Xè siècle. Ibn Sahl, al-Quhi et Ibn al-Haytham*, Les Belles Lettres, Paris, 1993.
- [1996]. Al-Hayyam, al-Tusi et Descartes, Communication au *Colloque Descartes et le Moyen Age*, Paris, Sorbonne, 4-7 juin 1996.
- RODIS-LEWIS, Geneviève [1995]. *Descartes. Biographie*, Calmann-Lévy, 1995.
- SHEA, William [1972]. *La révolution galiléenne* (1972), trad. de l'anglais, Seuil, 1992.
- TATON, René [ed, 1978]. *Roemer et la vitesse de la lumière*, Vrin, Paris, 1978.
- VINCENT, Julien [1995]. *Descartes et la Géométrie*, Presses Universitaires de France, Paris, 1995.
- VUILLEMIN, Jules [1960]. *Physique et métaphysique chez Descartes*, Paris, 1960; re-ed., 1987.
- WAHL, Jean [1920]. *Du rôle de l'idée de l'instant dans la philosophie de Descartes*, Thèse complémentaire de Doctorat ès-Lettres, Paris, 1920. Re-ed. com uma introdução por Frédéric Worms, Descartes et Cie, Paris, 1994.