

A ÓPTICA E O ARCO ÍRIS

breves reflexões sobre os «modelos» e as «experiências» em Descartes

Augusto J.S. Fitas *

1. As palavras não são nossas, pedimo-las emprestadas a um autor português que, no contexto original, se refere a si próprio, mas aqui, neste nosso espaço de reflexão, no uso que delas fazemos, traçam, embora em linhas imprecisas, o retrato de René Descartes: «*um cérebro congeminativo, temerário e crítico*»²²³. Um retrato que nos é sugerido pela primeira parte do Discurso do Método, onde o próprio Descartes sublinha alguns aspectos particulares da sua experiência pessoal: um hábito desde muito novo à reflexão, sempre com o objectivo de «*aumentar por degraus o meu conhecimento, elevando-o pouco a pouco ao ponto mais alto*»²²⁴, assumindo com audácia a possibilidade de atingir metas em relação às quais «*a mediocridade do meu espírito e a curta duração a minha vida*»²²⁵ o poderão guindar, tomando a «*liberdade de julgar por mim próprio todos os outros*»²²⁶, os autores precedentes donde

* Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora

²²³ A. Sérgio, *Cartesianismo Ideal e Cartesianismo Real*, Editorial Lisboa, Inquérito Lda, s/data (2ª edição) (Nótula preambular, p.7). Texto da conferência apresentada por António Sérgio na Universidade Popular Portuguesa, em 8 de Junho de 1937, por ocasião do tricentenário da publicação do *Discurso do Método*.

²²⁴ René Descartes, *Discours de la Méthode suivi d'extraits de la dioptrique et des Météores*, Paris Garnier-Flammarion, 1966, p. 34.

²²⁵ *ibid.*, p.34

²²⁶ *ibid.*, p. 35

extraíu os seus conhecimentos, «*de pensar que não existia nenhuma doutrina no mundo*»²²⁷ que correspondesse à sua necessidade de entendimento e respondesse ao fruto da sua reflexão.

2. Em 8 de Junho de 1637²²⁸ acabava de imprimir-se na Holanda a sua obra, talvez a mais conhecida, o Discurso do Método, onde constava como subtítulo *Para Bem Conduzir a Razão e Procurar a Verdade nas Ciências*, e que constituía uma espécie de prefácio, ou introdução a três ensaios intitulados, respectivamente, a Geometria, a Dióptrica e os Meteoros. Esta obra é escrita em francês, só sendo publicada a sua tradução em latim no ano de 1644. De acordo com o próprio autor, a opção pelo idioma materno deve-se sobretudo ao facto de «*os únicos que desejo para meus juízes, tenho a certeza que não serão tão partidários do latim, que recusem ouvir as minhas razões, só pelo facto de as expressar em língua vulgar*»²²⁹. Dir-se-á que os partidários do latim, em oposição aos leitores de francês, eram, na opinião de Descartes, aqueles que não usavam a razão para discutir as ideias, mas brandiam unicamente como arma a defesa dos *antigos*, isto é, dos aristotélicos. O Discurso do Método foi a primeira obra científico-filosófica a ser escrita em língua francesa, podemos atribuir-lhe também o carácter de uma homenagem silenciosa ao espírito do grande Galileu.

²²⁷ *ibid.*, p.35

²²⁸ Tendo tomado conhecimento da condenação pronunciada pelo Santo Ofício sobre a obra de Galileu, *Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo*, Descartes renuncia à publicação do seu livro, *Tratado do Mundo e da Luz*, onde defendia o movimento da Terra.

²²⁹ René Descartes, *op. cit.*, p.95

Foi nas primeiras páginas do Discurso do Método que o autor recordou a importância da matemática *«por causa da certeza e da evidência das suas razões, mas estava ainda longe de me aperceber do seu verdadeiro uso, e, pensando que ela não servia senão para as artes mecânicas, admirava-me que, sendo os seus fundamentos tão firmes e tão sólidos, nada de mais elevado se houvesse construído sobre eles»*²³⁰. O mote estava dado, a importância desta ciência estendeu-se, no pensamento de Descartes, muito para além do que é commumente referido na sua descoberta da Geometria Analítica. Foi na Matemática que Descartes encontrou o meio de unificar todo o pensamento sobre a compreensão da natureza, rejeitando, enquanto insuficiente, o primado aristotélico da lógica. Descartes pensava que o homem, apesar de dotado da faculdade de raciocínio, era, por vezes incapaz de a empregar sem errar e sem evitar a diversidade de opinião, esta era a fonte de conflito das ideias! A Matemática estava alijada desta fonte de controvérsia, o que derivava do facto das suas construções assentarem num número muito pequeno de princípios aceites por todos os arguentes e deles se extraírem, passo a passo, por via da dedução, todas as outras proposições verdadeiras. A via para a aceitação de uma verdade inquestionável estava aberta.

3. Se na primeira parte do seu Discurso tecia considerações sobre a filosofia natural, era na segunda parte onde, persistindo numa exposição simples e coloquial, de agradável descoberta para todos os leitores, que o autor discorria *«assim, em vez de um grande numero de preceitos de*

²³⁰ *ibid.*, p.37

*lógica complicada, creio que bastam os quatro seguintes, desde que eu tome a resolução permanente de jamais os deixar de observar uma única vez»*²³¹. E expunha as principais regras do seu método que se resumiam a quatro princípios e que são os seguintes:

1- Aceitar como verdadeiras unicamente as conclusões que sejam claramente conhecidas como verdadeiras, excluindo todas aquelas sobre as quais se levantem dúvidas, «*não aceitar jamais qualquer coisa como verdadeiro que não seja conhecida indubitavelmente como tal*»²³²;

2- «*dividir cada uma das dificuldades a ser examinada no máximo de parcelas possível para que melhor se possa resolver*»⁹, ao analisar o problema, dividi-lo nas partes mais simples para que melhor possa ser resolvido;

3- raciocinar de forma correcta, partir do mais simples para o mais complexo, «*conduzir ordenadamente os meus pensamentos, começando pelos objectos mais simples e de mais fácil conhecimento, subindo a pouco e pouco, por degraus, para os mais complexos*»⁹;

4- adoptar uma visão compreensiva do problema que não omita nada de essencial.

E na sequência apresentada, utilizando uma outra linguagem, diremos que em primeiro lugar vem a análise, a que se segue a síntese, para, em paralelo, recorrer a uma enumeração exautiva de todos os efeitos essenciais. Como diz Alquié «*três noções dominam tudo isto: as da*

²³¹ *ibid.*, p.46

²³² *ibid.*, p.47

intuição, da dedução e da ordem»²³³. A primeira é o fundamento do conhecimento, a segunda estabelece o nexó lógico entre o raciocínio, um raciocínio que ultrapassa a silogística aristotélica, ancorando-se nos conceitos de quantidade e de ordem.

4. Na sexta, e última, parte do seu Discurso o autor explicitou o papel do acto da experimentação: *«relativamente às experiências, elas são tanto mais necessárias, quanto mais avançadas estamos em conhecimentos (...) ao princípio, é melhor servir-nos das que se apresentam aos nossos sentidos e que não podemos ignorar, desde que façamos um pouco de reflexão, do que procurar outras mais raras e aprofundadas*»²³⁴. Perante esta citação dever-se-á perguntar: fará mais sentido falar em observação ou em experiências conceptuais, ou muito simplesmente em experiências? Teria em mente, Descartes, uma observação primeira donde se poderiam extrair os princípios? A resposta a esta última questão deverá ser claramente negativa. Para Descartes os princípios, ou as primeiras causas derivam unicamente da criação por Deus de *«certas sementes de verdade que se encontram em nossas almas*»¹³. Depois de conhecer estas primeiras causas há que examinar os efeitos primeiros, e os mais simples, que delas se podem deduzir. E dos efeitos mais gerais passar-se-á aos mais particulares, escrevendo o autor: *«quando quis descer até aos mais particulares (...) nem me pareceu possível, em consequência, utilizá-los, a não ser indo ao encontro das*

²³³ F. Alquié, *René Descartes*, in F. Alquié, F. Russo et al., *Galileu, Descartes e o Macanismo*, Lisboa ,Gradiva, 1987, 17-50

*causas através dos efeitos e servindo-me de muitas experiências particulares»*²³⁵. O que lhe permitiu concluir que jamais encontrou qualquer efeito que não fosse explicado pelos princípios encontrados. Descartes não aceita claramente a subordinação dos seus princípios ao crivo da experiência. Esta renúncia sublinha o carácter de não hipótese dos postulados iniciais.

Mas a natureza é «*ampla e vasta*» e nem sempre é fácil deduzir certos efeitos particulares e para isso «*não conheço outra forma senão recorrer de novo a algumas experiências*»²³⁶ como meio de encontrar essa relação entre a causa e o efeito. Remete a experiência, não para a selecção de hipóteses fundamentais, mas para avançar verificações ou comprovações. Nas últimas páginas do Discurso, Descartes escreveu, «*tornando a experiência bem certos a maior parte destes efeitos, as causas donde os deduzo, servem mais para os explicar que provar, e, precisamente ao contrário, são elas que são provadas por eles*»²³⁷. Os efeitos deduzem-se das causas e poderão ser verificados pela experiência ou comprovadas por esta. A aceitação das causas depende da dedução e consequente verificação experimental.

Deveremos entender o Discurso como a súpula do método que irá ser aplicado nos ensaios seguintes, constituindo-se estes como a ilustração das ideias metodológicas do autor para analisar o mundo que o cerca. É nestes escritos, colocados na forma de apêndices, que se

²³⁴ René Descartes, *op. cit.*, p.85

²³⁵ *ibid.*, p.86

²³⁶ *ibid.*, p. 86

²³⁷ *ibid.*, p. 94

materializam as ideias metodológicas propostas na introdução. O propósito cartesiano não é ensinar o método, mas mostrar a sua eficácia para que então possa ser adoptado no acto de pensar. É frequente esbulhar a obra dos três ensaios científicos, reduzindo-se claramente grande parte do alcance das ideias cartesianas na filosofia natural: O método e um projecto de ciência universal.

5. No segundo ensaio da obra em que o Discurso constitui a introdução, a Dioptrica, Descartes, mantendo o mesmo tom simples e directo, dividiu o seu texto em dez partes. Na primeira discorre sobre a natureza da luz e, após explicar o seu interesse por esta disciplina, expõe o seu plano de trabalho: *«Começarei por explicar o que é a luz e o que são os seus raios; depois, tendo feito uma descrição breve, direi de um modo particular como se procede à visão»*²³⁸.

Aplicando o primeiro passo do seu método, Descartes, muito lesto, afirma que não há necessidade de dizer qual é a natureza da luz, contudo *«basta servir-me de duas ou três comparações, que ajudarão a conceber a forma que me parece mais cómoda, para explicar todas as suas propriedades que a experiência nos faz conhecer, e para deduzir em seguida todas as outras que não podem ser facilmente notada»*²³⁹. Daqui partimos para algumas interrogações: -que «comparações» são estas? - qual o seu papel na construção do discurso teórico do autor? -quais as suas relações com as concepções fundamentais sobre a natureza

²³⁸ ibid., p. 100

²³⁹ ibid., p. 100

defendidas pelo autor? A análise destas questões conduzirá a reflexão sobre o papel reservado aos uso de modelos no pensamento de Descartes e explicitado no Discurso do Método.

6. Assim, utilizando as próprias palavras do autor, a primeira «comparação» a surgir neste ensaio é exposta do seguinte modo: *«desejo que pensais que a luz não é outra coisa, no corpo denominado como luminoso, senão um certo movimento, ou uma acção muito pronta e muito viva, que passa para os nossos olhos, através do ar e dos outros corpos transparentes, da mesma forma que o movimento ou a resistencia dos corpos que o cego encontra, passando para a sua mão por intermédio da vara (...)a acção que actua numa das extremidades da vara deve passar num instante à outra, e que ela deveria passar da mesma forma, como se não houvesse distância, que há, desde a terra até aos céus»*²⁴⁰. Tudo se passa como se houvesse uma transmissão instantânea da acção, ou seja, a luz propagar-se-ia a uma velocidade infinita entre a fonte e o objecto.

Usando a mesma «comparação» procurou explorá-la no sentido de explicar as diferentes cores dos objectos, defendendo *«as diferenças notadas por um cego entre as árvores, as pedras, a água, e coisas semelhantes através da sua vara, não parecem ser menores que as provocadas em nós pelo vermelho, amarelo, verde e todas as outras cores; e, contudo, estas diferenças não são outra coisa, em todos os corpos, senão as diversas formas de mover ou de resistir ao movimento*

²⁴⁰ *ibid.*, p. 101

da vara»²⁴¹. Embora não explicitamente nota-se aqui o primado da figura e da geometria na explicação das diferentes propriedades da natureza.

E para explicar as características dos meios transparentes e do próprio ar onde se propagam os raios luminosos, a «comparação» anterior, o bastão do cego, era francamente inadequado, como o próprio Descartes reconheceu, havendo que procurar uma outra imagem. É a imagem da cuba de vinho onde as uvas já estão em parte esmagadas. Descartes utilizou esta segunda «comparação» ou imagem: no espaço, para que a luz se transmita, *«é necessário que esses poros estejam cheios de uma matéria muito subtil e muito fluida que se estenda sem interrupção desde os Astros até nós»* de modo que *«essa matéria subtil poder-se-á comparar com o vinho da cuba, e as partes menos fluidas ou mais granuladas, tal como o ar e os outros corpos transparentes, podem-se comparar com as uvas»*²⁴².

É ainda nesta «comparação» que Descartes chamou a atenção entre *«o movimento e a acção ou inclinação para se mover»*²⁴³, isto é, dentro da cuba, caso se abrisse um orifício na sua parte lateral inferior, o vinho teria tendência a seguir um determinado movimento (percurso definido pelo segmento de recta que une o ponto onde se encontra o vinho e o ponto de saída), embora possa fluir de outro modo porque ainda existiriam uvas a barrar-lhe o caminho. Descartes concluiu que a luz não devia ser entendida como movimento, enquanto acção de corpos luminosos, mas sim como as linhas através das quais essa acção terá

²⁴¹ *ibid.*, p. 101

²⁴² *ibid.*, p. 103

tendência a mover-se. Estava assim concebido o percurso rectilíneo dos raios luminosos, advindo desde logo a possibilidade de os tratar como entidade geométrica.

Coloquemos em confronto as duas «comparações» expostas, a do bastão do cego e a da cuba de vinho. No segundo caso distingue-se claramente entre o movimento e a tendência, ou inclinação, para o movimento; ora, no primeiro modelo, o que o cego percepção através da sua vara não é a tendência para o movimento, mas o próprio movimento que se transmite através do corpo rígido. No primeiro exemplo pode afirmar-se que «*o movimento e a acção ou inclinação para se mover*» são uma e a mesma coisa, não tem sentido a distinção sublinhada por Descartes. Há uma contradição entre as duas «comparações» aplicadas...

Ao passar à explicação da reflexão da luz, Descartes avançou com a sua terceira «comparação»: os raios luminosos «*logo que encontram outros corpos, ficam sujeitos a ser desviados por eles, ou a serem amortecidos, da mesma forma que o movimento de uma bola, ou de uma pedra lançada para o ar, quando encontra um corpo*»²⁴⁴, aplicando-se à luz as mesmas leis do movimento. É a existência de movimento de rotação da própria bola, esta analogia foi enriquecida com os efeitos próprios introduzidos pela raquete ao tocar na bola e que produzirão o efeito da cor. Foi com este modelo que Descartes extraiu as leis da reflexão e da refração: tratou a luz como um movimento de corpúsculos com velocidade finita. Atentemos nas contradições que impregnam o

²⁴³ *ibid.*, p. 104

²⁴⁴ *ibid.*, p. 105

discurso: primeiro, entre esta, o movimento da bola, e o bastão onde se assumia uma velocidade infinita; segundo, entre esta última e a segunda, onde a luz não é movimento mas tendência para o movimento...

Na explicação da refração Descartes partiu do pressuposto que a velocidade nos meios mais densos é superior à dos meios menos densos. O modelo da bola é contraditório com esta ideia. Descartes resolveu este contra-senso recorrendo ao segundo modelo, o da matéria subtil. Afirmou *«lembrai-vos de que afirmei que a natureza que atribui à luz era a de movimento ou acção sentida em matéria tão subtil que enche os poros dos outros corpos»*²⁴⁵, recordando-se que a bola *«rola menos á vontade num tapete que numa mesa nua»*, isto é um corpo mole oferece maior resistência que um corpo duro. Então a tal matéria subtil *«sofre um impedimento superior pelas partes do ar que não estão tão juntas, do que pela água»*, concluindo *«como as partes dum corpo transparente são mais duras e firmes, com mais facilidade deixarão passar a luz»*²². Um exemplo de como os modelos empregues são fundamentais para fazer passar as suas conclusões teóricas.

7. Constatámos que Descartes usou, no sentido de melhor fazer entender ao leitor as propriedades da luz, diferentes «comparações» ou modelos que possuem entre si a qualidade de se contradizerem em aspectos fundamentais. É portanto legítimo que nos indaguemos sobre o papel destes modelos nas concepções científicas de Descartes. Será que estes modelos reflectiam as propriedades íntimas da natureza? Será que

²⁴⁵ *ibid.*, p.118

estas «comparações» não passariam de meras analogias ou representações com carácter didáctico para que o leitor melhor entendesse o que o autor pretendia?

Para Descartes o primeiro passo na construção da sua concepção da natureza assentava num modelo abstracto, de ideias matemáticas, que reside no nosso pensamento. Esse modelo é uma verdade que não vai ser posta à prova pelas consequências da própria teoria. Descartes ao usar as «comparações» referidas não pretendia acalentar a esperança que a natureza se comportasse eventualmente de acordo com as propriedades a que essa analogia obriga. Por outras palavras, a «comparação» de Descartes está muito longe da ideia de uma hipótese que o próprio desenvolvimento teórico ou experimental venha, ou não, a confirmar. Não há qualquer semelhança entre aquilo que Descartes chama «comparações» e aquilo que Newton, também a propósito da óptica, designava por hipótese. Citemos o que o professor de Cambridge escreveu numa carta ao padre jesuíta Pardis: *«O melhor e mais cuidadoso meio de filosofar parece ser este: primeiro, procurar claramente as propriedades das coisas, estabelecendo-as através de experiências, e a seguir mais cautelosamente sustentar hipóteses explicadoras. As hipóteses devem ajustar-se às propriedades que pretendem explicar e não serem utilizadas para as determinar, excepto até onde possam fornecer experiências. E se alguém procura adivinhar a verdade das coisas partindo de meras hipóteses, não é possível ter qualquer certeza no conhecimento»*²⁴⁶.

²⁴⁶ H.W.Turnbull (ed.), *The Correspondence of Isaac Newton*, Cambridge University Press, 1959, vol.I, p. 169.

As suposições de Descartes estão de facto muito longe das hipóteses de Newton. Para Descartes, de acordo com a segunda regra do seu método, «*dividir cada uma das dificuldades a ser examinada no máximo de parcelas possível para que melhor se possa resolver*», havia que dividir o fenómeno complexo que é a luz em fenómenos mais simples que correspondessem a entidades sobre as quais já se possuísse algum conhecimento, como era o caso da matéria e do movimento. O propósito de Descartes não é defender um determinado modelo que correspondesse à natureza da luz, mas traduzir cada uma das suas propriedades, evidenciadas pela simplificação feita, através de um exemplo. Estava completamente arredado do seu espírito construir um modelo mecânico que reproduzisse todas as propriedades da luz. Daí que o próprio Descartes não fugisse às contradições entre as diferentes «comparações» usadas.

Assim o uso cartesiano das analogias ou «comparações» tem uma função unicamente exemplificadora, ou explicadora, muito semelhante à utilização que hoje também fazemos de modelos explicativos. O rigor residia no modelo prévio, jazente no pensamento, e não no conjunto de analogias empregues, reservando-se a estas o papel de ilustrar o tipo de propriedades do movimento que podem aparecer na natureza.

8. No oitavo discurso do ensaio que se segue à Dioptrica, os Meteoros, Descartes escreve: «*o arco-íris é uma maravilha tão notável da natureza e a sua causa foi ao longo de tanto tempo procurada pelos*

sábios e tão pouco compreendida, que eu não saberia escolher assunto tão adequado para mostrar como pelo método que emprego se pode chegar a conhecimentos que os que já escreveram não alcançaram»²⁴⁷. E no período seguinte o autor propõe de imediato uma explicação para a sua origem, «este arco não aparece unicamente no céu, mas tão próximo de nós sempre que se encontram várias gotas de água iluminadas pelo sol, tal como a experiência o faz ver junto das fontes»²⁴⁸.

Descartes propôs-se, baseado na aplicação da refração ao trajecto dos raios luminosos na atmosfera plena de gotas de água, teoria já exposta no segundo ensaio, explicar essa «maravilha da natureza» que é o arco-íris. Retirou-lhe o carácter sobrenatural quando o comparou com o ocorrido nas fontes, isto é, com a possibilidade de o homem, pela sua própria acção, provocar o mesmo fenómeno. Descartes assume-se como o primeiro filósofo a ter compreendido este fenómeno natural, embora muitos outros, antes dele, já o tivessem tentado; ao mesmo tempo evitou dar qualquer indicação sobre as pesquisas que o precederam. Convém aqui dizer que, na opinião da maioria dos historiadores, Descartes não fez mais do que redescobrir o que já tinha sido descoberto pelos seus predecessores, conseguindo contudo uma melhor precisão nas medidas das observações²⁴⁹. A inovação cartesiana no estudo do arco-íris está na aplicação do seu método, cujo resultado é a explicação do fenómeno em

²⁴⁷ René Descartes, , *op. cit.*, p.185

²⁴⁸ *ibid.*, p. 185

²⁴⁹ Carl B. Boyer, *The Rainbow, From Myth to Mathematics*, Princeton, Princeton University Press, 1987, p.211.

causa pela teoria da refração da luz. Este é o facto novo introduzido por Descartes.

Vejamos como Descartes ilustra a aplicação do seu método. Primeiro, a assunção, como verdadeira da lei da refração dos raios luminosos, para, em seguida, passar a uma segunda fase: dividir o problema em partes mais simples para que melhor possa ser analisado. Vai-se estudar a refração da luz através de uma gota de água, assim Descartes propõe-se examinar experimentalmente o que se passa com a gota, «*para esse efeito, enchi um frasco de vidro de forma arredondada e muito transparente*»²⁵⁰, e procede a observações, faz medições e retira conclusões.

Esta observação experimental, que já fora também praticada pelos seus predecessores nos estudos sobre o arco-íris, corresponde à atitude que na última parte do seu Discurso defendera, escrevendo «*indo ao encontro das causas através dos efeitos e servindo-me de muitas experiências particulares*». A precisão e o rigor das medidas apresentadas por Descartes são a ilustração da necessidade de observação experimental que o guiasse nas conceptualizações do seu modelo geométrico²⁵¹.

O problema central do arco-íris residia em explicar o aparecimento das cores associadas aos diferentes arcos, como o próprio Descartes escreveu: «*Mas a principal dificuldade residia ainda em saber como, existindo vários raios que após duas refrações e uma ou duas*

²⁵⁰ René Descartes, *op. cit.*, p.186.

²⁵¹ Por exemplo, para estes os arcos primário e secundário do arco-íris possuíam, respectivamente, uma altura de 42° e 52°, enquanto que Descartes apontava os valores 41° 47' e 51° 37'. (Carl B. Boyer, *op. cit.*, p.211)

reflexões (...) façam aparecer várias cores»²⁵². E Descartes encontrou uma forma de compreender o que se passa «*lembrando-se que um prisma de cristal o faz ver coisas semelhantes*», é o fenómeno da dispersão da luz branca por um prisma de vidro. É neste contexto que estuda o aparecimento das cores para depois fazer a aplicação às gotas de água da atmosfera.

9. E da observação do que se passava com a dispersão da luz branca no prisma concluiu não serem necessárias para a produção de cor os seguintes atributos: curvatura das superfícies que recebem os raios (diferença entre a forma esférica da gota e a forma plana do prisma); existência de várias refrações, pois no prisma só existia uma, exigindo-se que «*o efeito desta não fosse destruído por uma contrária*»²⁵³. É o resultado da observação experimental ou das «*experiências*» que lhe permite simplificar o seu modelo e entender o efeito particular do aparecimento das cores. Aplica os resultados da sua Dióptrica, dizendo que «*a natureza das cores que aparecem consiste unicamente no facto da matéria subtil que transmite a acção da luz tender a rodar com mais força do que a movimentar-se em linha recta; de tal modo que aquelas que rodam mais provocam o vermelho e as que rodam um pouco menos provocam o amarelo*»²⁵⁴. Além da identidade do espectro obtido, é na observação dos valores dos ângulos dos raios refractos e emergentes no prisma e dos cálculos geométricos efectuados para as mesmas grandezas

²⁵² *ibid.*, p. 188

²⁵³ *ibid.*, p.189

numa esfera que conclui «*que as cores destes arcos são produzidas pela mesma causa*»²⁵⁵, em suma o fenómeno é o mesmo. É aqui que encontramos a inovação cartesiana: a explicação do essencial das observações e das conclusões pela sua teoria da refração da luz.

E, repetindo-nos, como a natureza é complexa nas suas manifestações, e nem sempre é fácil deduzir certos efeitos particulares, não há outra forma de conhecer a relação entre a causa e o efeito senão recorrendo a observações experimentais ou «experiências». Dos princípios deduz os efeitos que são verificados pela observação experimental. Esta verificação experimental só vem a confirmar os princípios, mas estes jamais são postos em causa pelo resultado experimental ou «experiência».

Em Descartes a experiência, conceptual ou não, não é concebida por forma a confirmar ou infirmar a dedução referida, pois, caso o fosse, isso implicaria uma igual atitude perante a natureza da causa...

10. Podemos terminar estas breves reflexões sobre os «modelos» e as «experiências» em Descartes, concluindo:

- em Descartes há uma defesa da pluralidade de representações, ou, por outras palavras, uma liberdade de criação de modelos, atitude que não põe em causa o seu modelo primeiro ou «os princípios»;

- em Descartes não há o menosprezo do papel desempenhado pela experiência na construção de um modelo físico, a esta está reservado o papel de guia para a compreensão dos efeitos deduzidos das causas

²⁵⁴ *ibid.*, p. 192.

primeiras, pois este «realismo» implica sobretudo uma explicação causal do universo e não unicamente aquilo que se poderia chamar uma descrição meramente fenomenológica; à experiência não é dada a palavra para se pronunciar sobre as causas.

²⁵⁵ *ibid.*, p.194