

Relatividade Cinemática de E. A. Milne

(Cosmologia Dedutiva Milneana)

INTRODUÇÃO

Uma das teorias cosmológicas mais originais, em virtude do seu comportamento matemático, (não fosse como justificativo, o facto de E. Milne ter sido catedrático de Matemática Aplicada na Universidade de Oxford) é, sem qualquer dúvida, a Cosmologia Dedutiva, tal como a denominou o matemático de Oxónia de «Relatividade Cinemática». A nova cosmologia teve como pioneiros, de 1932 a 1950, os seguintes matemáticos e astrónomos: Milne, Whitrow e Walker.

Esta nova teoria pretende completar o que falta à Relatividade Generalizada de A. Einstein, partindo da Teoria Gravitacional de I. Newton, tal como o próprio Milne refere nas suas famosas «Rhodes Lectures» em Oxford, por volta de 1931¹.

E. Milne, como pensador original e apaixonado pela tarefa de construir um modelo cosmológico, aproxima-se de múltiplas reflexões metafísicas, muito ao sabor das suas posições religiosas, em virtude da sua formação teológica. A análise científica de Milne complementa-se no aspecto teológico, com a publicação, em 1950, da seguinte obra: «Modern Cosmology and the Christian Idea of God».

Um dos primeiros aspectos críticos à Teoria da Relatividade de Einstein incidiu na lei da gravitação. Se, para Einstein, o fenómeno gravítico é efeito da curvatura do contínuo espaço-tempo, expresso pelo cálculo tensorial e sob a forma geométrica de Riemann; para

¹ Cfr. Milne, E. A., *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, p. VIII.

Milne, tal não sucede, não supondo o nosso pensador existirem condições de necessidade e suficiência, comprovativas para a Relatividade Generalizada.

Milne parece um apóstolo da razão e homem confiante no seu poder dedutivo, capaz de elaborar um modelo cosmológico tão audaz, quanto auspicioso e cheio de augúrios, no intuito de, através da Cinemática Newtoniana, reformular a Teoria da Relatividade Generalizada².

A sua atitude foi denominada de heterodoxa por ter abandonado a conexão espaço-tempo de Einstein [$ds^2 = \sum dx_i^2 + (icdt)^2$], e ter apresentado nova fisionomia para o espaço e o tempo. Não obstante, o seu espírito científico não pairou unicamente no aspecto teórico-matemático, passou ao campo filosófico-teológico. As suas interpretações filosóficas sobre a estrutura e evolução do Universo valem-lhe, por parte de muitos críticos, o cognome de *agnóstico* e *racionalista*, ao ponto de o considerarem um herético e também, algumas vezes, monista à maneira de Espinosa ou Malebranche.

Os conceitos primitivos, axiomas e teoremas da Física Teórica foram reformulados de acordo com o novo sistema cosmológico. Assim, para começarmos, embora ao sabor de intróito, poderemos referir um primeiro postulado do sistema milneano: «o universo é um conjunto simétrico de aparências, susceptível de métrica, caracterizado pelo uso do teodolito e do relógio, elementos definidores do Substrato». Deste princípio poderemos inferir que o espaço físico não é real e que a medida de base não é a do intervalo de espaço. Vimos, rapidamente, elementos que, por um lado, definirão a Cosmologia Cinemática e, por outro, iniciam a crítica à Cosmologia Relativista, a qual se apresenta indutiva.

Sendo a medida do tempo um dado imediato para cada um dos observadores, o espaço, independente do tempo, segundo as concepções milneanas, é uma entidade formal que regula a métrica das distâncias e não o comprimento entre os *n*-observadores, tal como se observa na dilatação do comprimento do braço do Interferómetro de Michelson-Morley. A Cosmologia Relativista esquematiza o Universo como uma variedade topológica quadridimensional (hiperesfera). Einstein apresenta o seu universo fechado a três dimensões, indo todo ele numa quarta dimensão (*i c t*), que é infinita. Todos

² Cfr. Idem, «Kinematic Relativity — a discussion», in *Observer*, London, 64 (1941), p. 23.

estes contrastes e até mesmo algumas contradições físico-matemáticas são criticadas por Milne. O próprio Milne não se esquiva a referir como surpresa que deveremos considerar muito mais profunda a *ciência do movimento* do que a *ciência da posição*, salientando, pois, com esta posição, quão mais profunda é a Dinâmica do que a Geometria³.

O axioma fundamental da Relatividade Restrita de Einstein radica na «covariância das leis da natureza» para um sistema inercial de Galileu. Esta máxima, segundo Milne, não traduz a transformação convencional de coordenadas de Lorentz; mas antes, a natureza exige uma transformação de observador para observador. Assim, o conceito de equivalente será definido estritamente em termos de *testemunho* e *observação*. Com efeito, muitas foram as modificações axiomáticas e teoremáticas introduzidas pelo professor de Oxford.

Milne considera o mundo mais como astrónomo do que como físico. Para ele, o cosmos é um espectáculo mais do que um domínio de intervenção activa. Estas atitudes induzem Milne à não aceitação do *espaço físico* como dotado de realidade. Milne parece repetir as teses do idealismo transcendental kantiano, expressas na Estética Transcendental. Com esta apreciação e outras similares, ressalta ao nosso pensamento a fragilidade e vulnerabilidade filosófico-teológica do nosso matemático, até porque, publicamente, Milne se confessava puritano. Se Milne separa o espaço e o tempo, seguindo com fidelidade o princípio da relatividade newtoniana do movimento, estas mesmas noções são caracterizadas pela diferença ontológica, como é próprio do seu esquema racionalista de pensar. Se Kant, só teve a possibilidade de fundamentar pelo entendimento, sob o designativo de juízos sintéticos «a priori», a geometria euclidiana e a mecânica de Newton, Milne não conseguiu ultrapassar idêntica concepção gnoseológica⁴.

A primeira parte do nosso trabalho constará de uma análise fenomenológica sobre a Cosmologia Dedutiva de onde se solicitam as referências ontológicas, bem como as implicações filosóficas subjacentes à teoria cosmológica. Numa segunda parte, abordaremos a gnoseologia regional da Relatividade Cinemática.

³ Cfr. Idem, *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, p. 11.

⁴ Cfr. Einstein, A., *The Meaning of Relativity*, Princeton University Press, New Jersey, 1945, p. 25.

Primeira parte

FENOMENOLOGIA DO ESPAÇO E TEMPO DA COSMOLOGIA DEDUTIVA

1. O que é o Espaço e Tempo em E. A. Milne

1.1. — Introdução:

Os métodos clássicos, usados em Física, para determinar os movimentos de sistemas inerciais, descrevem-se em função do sinal e sentido de espaços vazios, não se recorrendo a uma métrica de Riemann. Perante tal esquema metrológico, Milne começa por assinalar, como essencial para a interpretação dos fenómenos físicos, a arbitrariedade e a disposição do observador. Assim, a frase «physical space» não tem significado ⁵.

A formulação das leis da natureza, a descrição dos fenómenos em termos de coordenadas e suas medidas serão diferentes relativamente ao espaço seleccionado, que estará de acordo com as regras adoptadas para a conversão dos dados observados em coordenadas. Desta forma, teremos um juízo imediato de equivalência, segundo o qual as leis da Física e Geometria serão complementares onde a modificação de uma implica a modificação de outra ⁶.

1.2. — O que é o Espaço em E. A. Milne:

Parece-nos que, o «physical space», conceito chave da Cosmologia de Milne, além de ser um ente de razão é o mesmo que *espaço físico-matemático*. O espaço da Relatividade Cinemática é uma variável abstrata, parâmetro da lei geral do movimento, que não se identifica com o *espaço real* (vazio geral dos corpos), que, em boa verdade, Milne também admitia.

Analisando sucessivas passagens, ao longo das suas obras, ressalta ao pensamento, sempre em sentido confirmativo, que o «physical space» é uma variável universal e transcendental. Ao referir Milne, que as leis da natureza são complementares com a geometria,

⁵ Cfr. Milne, E. A., *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, p. 10.

⁶ Cfr. Idem, *ibidem*, p. 14.

quer dizer que as leis também são complementares do espaço. Uma modificação numa lei física, regida por um grupo de transformação de coordenadas, quer de Galileu quer de Lorentz, induz uma modificação no espaço físico. Resumindo os anteriores aspectos espaciais desta nova cosmologia, diremos que o «physical space» é uma linha métrica tridimensional da distância. É, de facto, a métrica da distância que caracteriza o espaço físico em Milne. Este aprofunda o sentido da métrica da distância, considerando-a com régua graduada um «observador S». Daqui resulta padronizar-se o comprimento da régua, em função de uma unidade, que se encontra mais próxima do S, correspondendo-lhe à coordenada de distância o valor 0 (zero) e a extremidade da régua, distanciada de S, assinala a coordenada da distância, com valor igual a 1 (um) ⁷.

Para Milne, o «physical space» é a mesma coisa que *espaço cinemático*, o qual é um conjunto transfinito de pontos em potência. De acordo com a Mecânica Clássica, o nosso pensador refere múltiplas vezes o espaço, como coordenada fundamental do movimento, seguindo a lei geral cinemática: $s = f(\vec{v}) \cdot t$.

Para o catedrático de Oxford não há conexão espaço-tempo, tal como Einstein sistematizou e consagrou como dogma da ciência física. O próprio criador da Relatividade, por múltiplas formas, criticava a Mecânica Newtoniana, segundo a qual o espaço e o tempo eram independentes da escolha do sistema de referência. Espaço e Tempo, segundo a física pré-relativista, eram absolutos; a partir de Einstein, espaço e tempo são relativos. Na física, só há um Absoluto!... o *Invariante Absoluto*:

$$ds^2 = \sum_{i=1,2,3} dx_i^2 + (i. c. dt)^2.$$

Para a Física Relativista, os acontecimentos são espaço-temporais, isto porque o professor de Princeton, na sua famosa obra «The Meaning of Relativity», refere que não há absoluto em relação ao espaço e em relação ao tempo entre dois acontecimentos; mas somente um absoluto, independente do espaço de referência ⁸.

⁷ Cfr. Idem, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, At the Clarendon Press, Oxford, 1952, p. 46.

⁸ Cfr. Einstein, A., *ibidem*, pp. 30-31.

Milne, ao contrário de Einstein, distingue o espaço e o tempo lógica e ontologicamente. O contínuo espaço-tempo, para a Relatividade Restrita, forma um todo, podendo unicamente estabelecer-se uma diferença lógica e nunca uma diferença ontológica. O matemático insiste na diferença ontológica para o contínuo quadridimensional, visto que o espaço cinemático é um dado imediato da consciência, muito embora estes conceitos impliquem perspectivas diferentes na representação formal do Universo. Ao dizer que o espaço é uma medida de um intervalo, definida pelo teodolito, entre observadores equivalentes, passamos a considerar o espaço como um operador abstracto.

Fazendo um pouco mais de epistemologia, cabe-nos referir o espaço físico, como variável abstracta e medida da «diasdema» entre observadores equivalentes. Milne vai mais longe que Aristóteles. Porém, o termo *espaço* implica duplicidade conceitual, muito embora, nos interesse considerar o conceito de «diasdema», o qual significa intervalo e extensão real dos corpos, como Aristóteles salienta na sua Física. (9)

Desta forma, o espaço físico, como construção mental, parece ir mais na linha de uma métrica do intervalo ou extensão real dos corpos do que tratar-se de entidade tridimensional. Na verdade, o espaço físico de Milne não parece aproximar-se muito das extensões indutivas do espaço cinemático propostas por Einstein, porque o referido espaço associa-se sempre à coordenada temporal, como se tira da função geral do movimento: $M_c = f(e, t, \vec{v})$.

Pela Relatividade Restrita e Generalizada, temos o seguinte invariante:

$$ds^2 = g_{ik} \cdot dx_i \cdot dx_k.$$

Logo, existem dois invariantes absolutos, sendo o último referido em cálculo tensorial, criando-se assim um isomorfismo físico-matemático, dado que a Física Teórica impõe à razão nada mais do que três Invariantes Absolutos. Milne segue e fundamenta matematicamente o Invariante Absoluto criado por Isaac Newton.

Esta concepção separativa para o espaço ressuscita a problemática levantada por Newton, para quem o espaço e o tempo eram absolutos, formando entidades autónomas, assim podendo referen-

9 Cfr. Ross, W., *Aristotle's Physics*, At the Clarendon Press, Oxford, 1955, Z, 7, 237 b³⁷-238 a¹.

ciar-se pelo seguinte texto do físico de Cambridge: « *Tempus absolutum, verum, et mathematicum, in se et natura sua, sine relatione ad externum quodvis aequabiliter fluit, alioque nomine dicitur durare relativum, apparens et vulgare est sensibilis et externa quaevis durationis per motum mensuraque vulgus vice veri temporis utitur, ut hora, dies, mensis et annus (...). Spatium Absolutum, natura sua sine relatione ad externum quodvis, semper manet simile et immobile; relativum est spatium hujus mensura seu dimensio quaelibet mobilis, quae a sensibus nostris per situm suum ad corpora definitur...* »¹⁰.

O espaço físico, objecto da Mecânica, independente do tempo, segundo Newton, é absoluto. Em Milne, a mesma concepção de espaço é contínua e relativa. Esta posição justifica-se pelas suas palavras: «Here we impose the principle of relativity in a much weaker form, imposing far less severe restrictions and so leading to descriptions of permissible motions which are not apparently included, as far as is at present known, within the totality of those permissible under the general theory of relativity.

The leading idea in our work is not that of transformations of coordinates but of transformations from observer to equivalent observer, where the word equivalent will be strictly defined in terms of observations and tests which the observers can actually carry out. Transformations of coordinates alone are but translations of languages and have not necessarily much to do with phenomena (...), a transformation of coordinates by a single observer, i.e.: a new combination of observed data, leads to no new fact about the phenomena; it merely gives an alternative description of the phenomena by the same observer, that is, a new description of the same phenomena from the old point of view»¹¹.

Milne, apesar de afirmar que o espaço é uma construção mental, de forma alguma entende o espaço como intuição pura «a priori» da sensibilidade externa, como professa o idealismo kantiano. Segundo esta filosofia, a sensibilidade é a faculdade das representações intuitivas. A intuição pura é uma representação que depende directamente do objecto. Assim, segundo a Estética Transcendental,

¹⁰ Newton, I., *Opera Omnia — Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, ed. Friedrich Formmann Verlag, Stuttgart, 1964, p. 6.

¹¹ Milne, E. A., *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, pp. 4-5.

o espaço é um dado intuitivo que se fundamenta na sensibilidade, daqui que, considerando o espaço como forma apriorística, este é um elemento subjectivo, tornando-se conhecido pela «Verstand».

Milne parece aproximar-se do evolucionismo criacionista de H. Bergson. A tentativa filosófica, através do seguinte texto, revela-se perspicaz e com cariz axiológico: «Ce qu'il faut dire, c'est que nous connaissons deux réalités d'ordres different, l'une heterogène, celle des qualités sensibles, l'autre homogène, qui est l'espace, (...). Or, si l'espace doit se definir l'homogène, il semble qu'inversement tout milieu homogène, et indefinie sera *espace*, (...). Si donc l'une de ces deux prétendues formes de l'homogène, *temps et espace*, dérivé de l'autre, on peut affirmer 'a priori' que l'idée d'espace est la donnée fondamentale»¹².

Através desta pericope filosófica, o espaço caracteriza-se pela *homogeneidade* e revela-se como dado imediato e primordial da consciência. Também Bergson, apesar de subjectivista, dá prioridade ao espaço, como o fizera Eddington; o que não o fez nem Kant nem Milne. Este último apresenta, à consideração de cientistas e filósofos, o tempo como dado primeiro da experiência e razão. Só que o nosso matemático sugere, para o seu modelo cosmológico, uma duplicidade temporal (cinemática e dinâmica) e o durar real do universo não é dual, mas de acordo com a Astrofísica e Radioastronomia, a duração cósmica é unária e direcionalmente assintótica; na linha do futuro.

A similitude e aproximação filosófica de Milne, relativamente à Estética Transcendental de Kant, reside no facto das prioridades, quanto ao durar cósmico, incidirem no conceito de tempo, uma vez que segundo os kanteanos o tempo informa, aprioristicamente, o espaço e a coordenada durativa do movimento recebe as características apriorísticas através da sensibilidade interna.

Notamos que, comparando com Milne, Bergson evolui nas suas concepções espaço-temporais, porque recebera os influxos relativísticos, através de correspondência com Einstein, motivando assim uma viragem na obra «Durée et Simultanité».

Ao falar-se do espaço, como *número da distância*, somos levados ao estabelecimento de métricas. Esta concepção espacial implica, nas aspirações milneanas, dois significados: um, medida da distância para observadores equivalentes; outro, espaço cinemático.

¹² Bergson, H., *Oeuvres — Essai sur les Données Immédiates de la Conscience*, Presses Universitaires de France, Paris, 1970, pp. 66-67.

A noção, medida da distância, implica a estrutura geométrica. Pelo facto de se introduzir a variável geométrica, o espaço desdobra-se em dois predicados cinemáticos, isto é: *Espaço Privado* e *Espaço Público*. A escolha de métricas diferenciadas caracteriza automaticamente a duplicidade espacial, como se acentua na passagem seguinte: «We can call this ds^2 the (squared) interval between the events E_0 and E_1 ; and, from the property we have established for it, it can be adopted as the metric of space-time for all observers. It is a *public space-time*. We have established the invariance of form and value of this ds^2 , purely from the definition and properties of the three-dimensional — equivalence.

The number ds^2 is the square of the separation assigned by O (single observer), using the t -mode of graduation of this clock, to two neighbouring events counted as simultaneous on O 's convention as to simultaneity, i.e., possessing for O the same epoch coordinate. The same holds good of ds^2 . But it does not follow that because ds^2 has been calculated as if in a *private euclidean space* for O , therefore ds^2 is to be calculated as if in a *Private Euclidean Space...*»¹³.

A métrica definida em equação diferencial, para o espaço público, estabelece-se pelo seguinte invariante:

$$ds^2 = dr^2 + c^2 (t^2 - r^2 / c^2) \cdot (1/2 \ln \frac{t + r/c}{t - r/c})^2 \cdot (d\theta^2 + \text{sen}^2\theta \cdot d\Phi^2).$$

Porém, a métrica diferencial para o espaço euclidiano é caracterizada por uma equivalência de movimento uniforme e rectilíneo, seguindo a seguinte expressão matemática:

$$ds^2 = d(x + y + z)^2.$$

O espaço mais geral e que engloba o espaço privado como caso particular é o *public space*, definido pelo ds^2 . *O universo público e privado*, ao sabor de totalidade, como que constitui uma conexão fenoménica, sem aportação ontológica. Isto porque se situa ao nível de observadores equivalentes e não sob a métrica einsteineana. Com efeito, aquele espaço que mais se coaduna com a Relatividade Cinemática, é o *espaço privado*. Quanto ao espaço, toda a problemática reside em saber se, gnoseologicamente, são possíveis dois tipos de espaço simultaneamente e seus limites críticos. Uma adequada resposta só se possibilita através duma metateoria. Só pela crítica e

¹³ Idem, *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, p. 46.

ontologia regionais à Relatividade Cinemática é que se determina uma resposta para a dualidade do espaço. Um dos problemas fundamentais do espaço relaciona-se com o ser finito ou infinito. Ainda uma questão filosófica se levanta. Esta situa-se no âmbito da anterioridade ontológica perante a cronológica porque, de tal situação, poderá surgir uma antinomia, confrontando-se as leis da Relatividade Cinemática com a realidade ontológica do Universo.

A relação diádica do espaço constitui uma variedade topológica que se encontra para além da métrica de Minkowski (cronómetro pseudo-euclidiano), implicando uma estrutura geométrica mais generalizada para o Universo. Contudo, apraz-nos registar uma dessimetria entre a concepção milneana e as demais estruturas cosmológicas.

Em suma, as relações entre as categorias espaciais, propostas por Milne, poderão apresentar-se no seguinte quadro:

PUBLIC SPACE \neq PRIVATE SPACE

Variedade topológica riemmaniana (hiperbólico)

Variedade topológica euclidiana (curvatura constante)

1.3. — O «tempo» segundo E. A. Milne:

O que é o tempo para Milne? Esta coordenada do movimento é tão específica e relevante para a Cosmologia Cinemática, que bem poderíamos denominá-la de Cosmologia Temporal. Antes de analisarmos física e matematicamente a noção e predicados para o tempo, segundo Milne, diremos algo sobre os aspectos filosóficos implícitos na dupla escala temporal, bem como estabeleceremos diversos relacionamentos com todos os filósofos próximos a esta linha cosmológica.

A experiência do tempo, segundo Milne, vai ao sabor, na reflexão gnoseológica, do dado imediato da consciência, uma vez que Bergson considera o «intervalo de duração» como algo dependente de nós e situado na penetração mútua dos nossos estados de consciência. Assim, como dado imediato da nossa consciência, surge-nos aqui um paralelismo com Bergson, atendendo às próprias palavras de Milne: «The passage of time is an undeniable constituent of our consciousness of two events which happen to me. I can always

say which occurs first, or whether they occur — at the same time —. Perhaps always is too extreme a statement (...).

The assigning of such a one dimensional number continuum is possible just because of the above mentioned immediate experience of a *before and after* relation or a simultaneity relation between events which occur to the observer himself»¹⁴.

A «passage of time» é um elemento inegável da nossa consciência. Milne procedeu a uma fundamentação psicológica à maneira de Bergson. Desta feita, a «passage of time» é um esquema ideal com dupla fundamentação, dotada unicamente de representatividade fenoménica. Se Milne quanto ao «passage of time» segue o dinamismo bergsoniano, quanto à medida do tempo segue uma concepção diversa, particularmente por ser um teórico da Física e com esta sua teoria cinemática desejar construir um modelo cosmológico.

A obra de Milne encontra-se repleta de referências, quer científicas quer filosóficas, ao «passage of time» análogas às referências críticas de Whitehead. Este, ao falar do mesmo conceito, vai na linha de apresentar esta teoria como um «pass» do processo real, como refere num dos seus textos: «It is an exhibition of the process of nature that which duration happens and passes. The process of nature can also be termed the passage of nature (...). Also the passage of nature is exhibited equally in spacial transition as well as in temporal transition. It is in virtue of its passage that nature is always moving on»¹⁵.

A «passage» não é somente uma propriedade ou qualidade da natureza é, também, um «sense-awareness», que é produto da realidade conhecida. O tempo real, segundo Whitehead, é «passage of nature». Trata-se, pois, de um «pass» do processo real. A mensurabilidade do tempo deriva das propriedades da duração e esta é dotada da mesma realidade que a natureza. Whitehead não se esquece do carácter seriativo do tempo, desejando referir as propriedades cinemáticas da coordenada temporal, que são: *irreversibilidade, continuidade, densidade e infinitude*. A nova filosofia da Escola de Cambridge apresenta uma tese dominante e próxima do evolucionismo criacio-

¹⁴ Idem, *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, pp. 14-15.

¹⁵ Whitehead, A. N., *Concept of Nature*, At the University Press, Cambridge, 1964, p. 54.

nista parisiense e ainda anexa à reflexão crítica de Milne, segundo a qual, a «passage of time» é inegável constituinte da nossa consciência. Há muitos séculos atrás, o bispo de Hipona, eivado de psicologismo, responderia com uma tese não aristotélica, mas cheia de sabedoria: «Sine anima non est tempus». A mesma asserção fôra repetida por Descartes, Leibniz e Husserl.

Uma característica inovadora consistiu, para a teoria de Milne, na apresentação dos chamados *Juízos Temporais*, e como bem refere na períclope seguinte: «Here I am anxious merely to state a case for attempting to reduce the physics we need, considered as a set of measures, to measures based on *temporal judgements*. Other judgements will be required to be introduced, but not I think, other measures»¹⁶.

Os juízos temporais, constituindo uma aquisição filosófica inovadora, são universais, necessários e primordiais, não esquecendo, porém, que noeticamente surgem como relações do entendimento e como dados imediatos da consciência. Destas asserções noéticas ressalta que a percepção do durar cósmico é inferida directamente através do tempo.

Segundo o pensamento do oxoniense, o princípio da Relatividade Restrita de Einstein limita-se epistemologicamente à covariância das leis da natureza, para um sistema de pontos materiais. A partir de agora interessa considerar transformações de sinais e referências a observadores. O princípio da relatividade tem que ultrapassar um sistema inercial, definido em observadores, para passar à *equivalência inercial*, como bem refere Milne, no texto seguinte, onde se salienta o relacionamento das experiências temporais com a Relatividade Restrita: «... we begin with temporal experiences, construct distance measures out of them, and combine the two, if we wish, into space-time, (...) Relativity is the comparison of the experiences of different observers who can communicate with one another. The indefinable concept of the transport of rigid length-scales, or the slow transport of clocks is avoided»¹⁷.

A natureza do tempo, na obra «Kinematic Relativity», é analisada sob os designativos de: «passage of time» e «times scales».

Se S. Agostinho se preocupou em fundamentar o tempo na e pela memória, sendo pois o primeiro a estabelecer uma fenomeno-

logia psicológica; Milne já não o faz, porque não se preocupa com os fundamentos psicológicos da noção de tempo.

S. Tomás de Aquino também coloca a alma, através das suas potências operativas, como fundamento psicológico para o tempo e, como condição, para o durar da consciência. O Aquinatense distingue tempo formal de tempo fundamental, não considerando, evidentemente, a existência e os fundamentos do tempo físico-matemático, em virtude de conhecer unicamente a física aristotélica.

Apesar da cosmologia milneana distinguir bem e fundamentadamente o «pass of time» do «time's scales», não se consegue apresentar e fundamentar a natureza, bem como definir o próprio tempo. Milne não se esquecerá de colocar como pressuposto do tempo psicológico um «Ego». É notória a equivalência entre o observador fundamental e o «Ego», muito embora esta sentença temporal, nos seus fundamentos, pareça paradoxal. Não há dúvida que o tempo surge como algo de enigmático, comprovando-se tal asserção, pela natureza imaginária do tempo (i. c. $t = T_c$). S. Agostinho não se esqueceu de questionar o enigma do tempo. Nas *Confissões*, a resposta também é paradoxal, quando referia: «o que é o tempo? — se ninguém me perguntar, sei o que é; mas, se o quiser explicar ao interrogador, não sei!...»¹⁸.

Nós vimos em Epistemologia da Física Teórica que o tempo é nota constitutiva do movimento: $M_c = f(e, t, \vec{v})$; porém, em Cosmologia Relativista, o tempo é intrínseco ao ds^2 , como invariante absoluto. Milne vai mais longe. O tempo exprimirá a correlação e a possibilidade de medida entre observadores equivalentes.

A fenomenologia husserleana aponta o tempo como objecto da consciência. Trata-se, assim, de uma forma necessária e unificadora das vivências do «Ego». Segundo E. Husserl, o tempo imanente constitui o *presente-vivo*, que é a síntese da *Retenção* e da *Protensão*. Na verdade, Milne parece seguir a posição de Husserl, mas somente no seu aspecto psicológico, uma vez que Husserl diz que o tempo objectivo é um momento puro da coisa ou do móvel.

Toda a Filosofia da Física, desde a antiguidade clássica, representada em Platão e Aristóteles, até ao alvorecer da Física Relativista, fôra propensa a considerar o tempo como «numerus motus

¹⁶ Milne, E. A., *ibidem*, p. 15.

¹⁷ Idem, *ibidem*, p. 19.

¹⁸ S. Agostinho, *Confissões*, Livraria Apostolado da Imprensa, Porto, 1931, liv. XI, 14, p. 303.

secundum prius ac posterius»¹⁹. Até mesmo, na filosofia hindu, Shri Aurobindo definia o tempo como extensão móvel, medida pela sucessão do passado, presente e do futuro. Pelo tempo, o «mental» coloca-se num antes e num depois²⁰. Shri Aurobindo evoluiu, para concepção antitética, relativamente à filosofia tradicional, ao dizer que o tempo poderá ser uma dimensão do espaço, necessária para a acção completa da *energia*. O tempo é visto e sentido pela subjectividade consciente, como elemento do «mental», que não percebe a sensibilidade externa. O pensador hindu inclui o espaço no tempo, referindo-o à extensão. O pouco de análise científica sobre o tempo é visto por Shri Aurobindo como medida do movimento, em função dos acontecimentos. Estas são as únicas definições referidas na obra de Aurobindo²¹.

Hoje em dia, com a Relatividade Cinemática, opera-se uma revolução copernicana dentro da Cosmologia Relativista. Muito embora, durante muitos séculos, se ignorasse a que tipo de número pertenceria o tempo; hoje, conhecemos a sua natureza, em virtude da Análise Matemática. Assim, se esclareceu o tempo, definindo-o como: «*numerus imaginarius motus*».

Milne é conhecedor da coordenada temporal como contínuo fluente, definindo-se esta por uma correspondência biunívoca com o conjunto dos números imaginários:

$$T \cong i. c. t \cong \sqrt{-1} . c. t$$

1.4. — Conclusão:

Após reflexão sobre os aspectos científicos e filosóficos de Milne, atingimos as seguintes conclusões:

- 1 — «o tempo é o primordial e o primordial é o temporal». Este aforismo filosófico constitui um dos primeiros elementos da Epistemologia Aplicada de Milne;
- 2 — O Universo é realidade em permanente duração temporal, em virtude da famosa teoria físico-matemática da «time's scale»;

¹⁹ Cfr. Ross, W., *Aristotle's Physics*, At the Clarendon Press, Oxford, 1955, Δ 11, 219 b1-9.

²⁰ Cfr. Aurobindo, Shri, *La Vie Divine*, Vol. I, Éditions Albin Michel, Paris, 1955, p. 203.

²¹ Cfr. Idem, *ibidem*, Vol. II, 1956, p. 544.

- 3 — Toda a filosofia cosmológica de Milne se sintetiza no seguinte enunciado: «tudo o que é real é temporal, e todo o temporal é real». Estabelecemos esta analogia, visualizando o idealismo hegeliano, sempre que referia a realidade como «Begriff» e todo o «Begriff» como realidade.

2. O tempo cinemático e a Relatividade

Um dos conceitos fundamentais, segundo Milne, é o de observador. Este é um «Ego». Ao observador associamos uma partícula «E». Esta combinação denomina-se «particle-observer». Desta correlação, os acontecimentos são analisados como posições numa superfície definida em pontos ou partículas.

Uma correlação arbitrária de acontecimentos no observador, definida pelo conjunto dos números reais, chama-se «relógio», arbitrariamente graduado. Esta arbitrariedade quer significar que o *tempo uniforme* não se relaciona com um único observador, muito embora associado a qualquer acontecimento, se chame «época». Esta noção é relevante em virtude da nova interpretação sobre o princípio da Relatividade Restrita.

Considerando dois observadores A e B, cada um com o seu relógio, surge a primeira questão sobre a medida do tempo, implicando, necessariamente, o fenómeno da simultaneidade.

As medidas do tempo e as graduações permitem a reciprocidade confluyente entre observadores. Esta noção concretiza-se através da «função-sinal», permitindo, na ordem real, estabelecer correlações entre sinais luminosos²². Milne generaliza a questão a três observadores. A colinearidade implica que se introduza a questão do «time-keeping». A solução, sugerida simultaneamente por Milne e Whitrow, tem por base a teoria dos números contínuos.

Ligada às anteriores noções, desenvolve-se *uma equivalência linear*, que é um conjunto colinear de observadores, equipados com «relógios» compatíveis. A equivalência linear realiza-se a partir de n-observadores, permitindo deduzir o teorema fundamental.

As coordenadas ortogonais e cartesianas, introduzidas por Milne, definem-se dentro dos observadores colineares. Expressar

²² Cfr. Milne, E. A., *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, p. 18.

uma equivalência, em função do movimento, permite estabelecer convenções, segundo as quais, um observador A pode assegurar coordenadas para o observador B.

A correlação do «relógio» A com o «relógio» B, para a distância colinear de acontecimentos, é definida através de um grupo de transformação de coordenadas. No grupo de transformação de Milne, surge $t' = t$, contribuindo esta equivalência temporal, para apresentar a noção de simultaneidade absoluta, tal como realizara Isaac Newton. Este elenco de enunciados, segundo Milne, aproximam-se da física pré-relativista. Simplesmente, o facto de se aplicar a operação de passagem ao limite da Análise permite passar do grupo inercial de Lorentz para o sistema inercial galilaico²³. Para Newton, como para Milne, justifica-se duplamente a simultaneidade absoluta, porque se admite a existência da acção à distância e a infinitude para a velocidade de propagação da luz. Contrariamente, a Relatividade afirma a isotropia para a velocidade da luz.

Segundo a Relatividade Clássica, permite-se ler os fenómenos da simultaneidade, em função de equivalências temporais. Idêntica situação vamos encontrar em Milne, com a alteração à física clássica, pelo facto de falar em observadores equivalentes e não de sistemas inerciais. O axioma da isotropia, para Milne, é diferente do postulado einsteineano. A velocidade da luz, no esquema cinemático, é uma constante, definida nos seguintes termos:

$$c = \frac{R_b}{T_b - t_1} = \frac{\text{Distância descrita pelo sinal}}{\text{Intervalo ocupado pelo sinal}}$$

A velocidade da luz, na nova cinemática, é o quociente entre medidas de distância convencional e diferenças de «época» convencional. A esta velocidade chamar-se-á *velocidade isotrópica da luz*, como uma das originalidades do esquema milneano.

As diferentes noções do tempo, em Milne, definem diferentes modelos cosmológicos, tal como temos vindo a considerar, procurando dizer algo mais sobre o papel do tempo cinemático e do tempo dinâmico.

²³ Cfr. Idem, *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, p. 44.

3. O tempo dinâmico e o «Substratum»

Um dos principais objectivos da dinâmica milneana consiste em obter equações do movimento para «free test-particle», na presença do «Substratum». Assim, poderemos já definir a lei fundamental do movimento:

$$\vec{V}_0 = \vec{P}/t$$

Se o «Substratum» é considerado como sistema dinâmico, poderemos inferir uma equação diferencial para o movimento. Por outras palavras, o «Substratum» tal como o tempo surge numa relação diádica, quer cinemática quer dinâmica.

Este elemento primordial da cinemática determina uma constante escalar, que se define por: $a = B(Z, X)$.

De acordo com o tempo cinemático, o «Substratum» é de sentido hidrodinâmico. Porém, o «Substratum» termodinâmico é medido pela escala dinâmica. A distribuição de partículas ou observadores fundamentais no *Substrato Estatístico* obedece às leis de distribuição média de Maxwell e Boltzmann. O «Substratum» milneano é estatístico e obedece à métrica dinâmica. Cada partícula do Substrato dinâmico define-se em função da massa e é dado pela lei seguinte:

$$M = m \frac{t - \vec{P} \cdot \vec{V}/c^2}{(1 - \vec{v}^2/c^2)^{1/2} \cdot (t^2 - \vec{P}^2/c^2)^{1/2}} \quad 24.$$

Na fórmula de Einstein, o sistema inercial e a velocidade são arbitrárias. A massa constitui-se como quarta componente dum quadri-vector, dependendo da escolha de coordenadas. É o próprio Einstein que aponta o valor da massa como *variável*, na expressão seguinte: «The mass of a body is not a constant; it varies with changes in its energy...»²⁵. A massa cinética implica uma dupla relatividade, isto é:

²⁴ Cfr. Idem, *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, pp. 727-773.

²⁵ Einstein, A., *The Meaning of Relativity*, Princeton University Press, New Jersey, 1945, p. 47.

variável para n-observadores;

2 — direcção e sentido⁶ definidos pelo vector \vec{v} :

$$M_c = \frac{M_o}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$$

Na dinâmica milneana, a massa cinética de uma partícula é independente de todo e qualquer sistema de referência escolhido. Todas as partículas fundamentais possuem a mesma massa, determinando-se, assim, a sua constância.

Com efeito, Milne aceita a fórmula da energia cinética relativista, afectando-a, porém, por novo factor de correcção. A sua equação obedece ao seguinte esquema:

$$\Omega = m.c^2 \frac{t - \vec{P} \cdot \vec{V}/c^2}{(1 - \vec{V}^2/c^2)^{1/2} \cdot (t^2 - \vec{P}^2/c^2)^{1/2}} \quad 26$$

A energia cinética (Ω) duma partícula singular no «Substratum» é não só um invariante, como também elemento definidor da trajectória das partículas livres.

A dado passo, Milne faz uma extrapolação para a Mecânica Quântica, através da equação da frequência de radiações de Max Planck: $E_q = h.v$. As frequências quânticas poderão medir-se na dupla escala de tempo. Esta situação levou à reformulação da teoria quântica de Max Planck²⁷.

Quando Milne estudou o valor das frequências em sistemas de referência, definidos pela distância galáctica, procedeu à revisão da lei radioastronómica, tal como Hubble a definira: $V_g = H.R$.

É, sem dúvida, inovadora a relação estabelecida entre a frequência fotónica e o valor da energia. Com esta síntese fisico-matemática, pretendeu Milne uma teoria unificada da Mecânica Quântica com a

²⁶ Cfr. Milne, E. A., *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, pp. 84-85.

²⁷ Cfr. Idem, *ibidem*, 1951, p. 115.

Dinâmica Clássica. Este relacionamento formal poderá ser visto pela seguinte fórmula:

$$W = h_o \cdot v_o \cdot \frac{t_o}{t} \quad 28.$$

4. O Tempo e a Teoria Gravitacional na Relatividade Cinemática

Referindo-se à gravitação, Milne assume uma posição crítica e contrastante relativamente a Einstein. Segundo a Teoria da Relatividade Generalizada, a gravitação é um efeito da curvatura do espaço-tempo, causada pela densidade da massa-energia, expressa no tensor métrico: T_{ik} . Num espaço vazio verifica-se uma resultante de geodésicas, de acordo com o espaço curvo de Riemann a n-dimensões, descritas pelos corpos em movimento. Os fenómenos gravitacionais, em Einstein, são manifestações da deformação existente na presença da conexão matéria-energia. Para satisfazer aos condicionais geométricos de Riemann, Einstein interpretou a gravitação, no seguinte esquema matemático:

$$R_{ik} - 1/2 g_{ik} \cdot R = 8\pi k/c^4 \cdot T_{ik}$$

A gravitação é um fenómeno tensorial, efeito da conexão matéria-energia, encontrando-se esta, curvada geodesicamente pela quarta dimensão. É através dos tensores de campo: R_{ik} , T_{ik} que se constitui a essência do fenómeno gravítico²⁹.

As equações interpretativas da gravitação, para Milne, são diferentes das einsteineanas. Milne chega ao ponto de apresentar uma nova equação para o fenómeno gravítico, no seguinte formalismo:

$$G(\xi) = -1 - c/(\xi - 1)^{3/2} \psi(\xi).$$

Esta determina a aceleração em termos de distribuição de massas (partículas). Não é uma lei geral de gravitação; aplica-se somente à distribuição da massa, satisfazendo ao princípio cosmológico.

Cada variável desta nova equação possui o seu significado, de tal forma que a natureza gravitacional, na Relatividade Cinemática

²⁸ Cfr. Idem, *ibidem*, 1951, pp. 117-119.

²⁹ Cfr. Einstein, Lorentz e Minkowski, *O princípio da Relatividade*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1978², pp. 153-154.

tica, é definida como efeito do movimento médio das partículas. A gravitação é fruto do movimento estatístico de n-partículas que constituem o «Substratum». Aplicativamente, a gravitação seria resultante do movimento cinemático de um gás uniforme e homogêneo.

A anterior equação transmite-nos a conexão entre a distribuição de populações num sistema estatístico, como se vê num dos parâmetros da referida equação; e a aceleração de uma partícula livre no sistema, medida por: $G(\xi)$.³⁰

A gravitação milneana é efeito da aceleração de n-partículas de um sistema estatístico. A interação de dois factores, $\psi(\xi) \longleftrightarrow G(\xi)$, conduz ao fenómeno gravitacional.

Poderíamos, em sentido crítico, resumir a concepção gravitacional de Milne pelo seguinte esquema:

gravitação = efeito (aceleração de n-partículas
médias — substrato).

O esquema geométrico que preside à gravitação obedece a uma variedade geométrica euclidiana, descrita pela lei da aceleração de partículas. É notória esta interferência matemática na referida equação, porque a gravitação, por oposição a Einstein, seria uma resultante das acelerações médias distribuídas estatisticamente, em obediência à termodinâmica estatística³¹.

Poderíamos dizer que a gravitação é-nos oferecida numa relação de movimentos de partículas no «Substratum», guiada pela seguinte lei: $g(\vec{V}, t, \vec{P})$. Reduzimos assim a lei gravitacional einsteineana à expressão seguinte: $G_{ik} = \lambda \cdot g_{ik}$.

Contudo, é notória uma similitude ontológica entre as duas leis gravitacionais, anteriormente analisadas. Esta reside unicamente no fundamento predicamental. Tanto a gravitação milneana como a einsteineana traduzem uma relação diádica entre fenómenos. Se a essência do fenómeno gravítico se explicita pela equação físico-matemática, então o «esse» torna-se diáfano através da relação ontológica das respectivas leis.

Esquemáticamente, no sentido de resumir a reflexão científica, definiremos a gravitação para Milne como *relação cinemática* e para

³⁰ Cfr. Milne, E. A., *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, p. 133.

³¹ Cfr. Idem, *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, pp. 275-276.

Einstein como *relação geométrica dinâmica*, uma vez nem Einstein nem Milne, se esqueceram de incluir na sua lei a coordenada temporal, sendo, contudo, relevante a célebre expressão matemática:

$$\tau = t_0 \ln(t/t_0) + t_0.$$

Na linha da fundamentação ontológica, pelos predicamentos da relação, quantidade e qualidade, resumiremos da forma seguinte:

$G(\xi) = -1 - c/(\xi - 1)^{3/2}$, $\psi(\xi)$ —————> Milne
Qualidade = R (quantidade-qualidade);

$R_{ik} - 1/2 g_{ik} \cdot R = 8\pi k/c^4 \cdot T_{ik}$ —————> Einstein
R (qualidade-quant.) = R (quantidade-qualidade);

$F = \text{grad.}(m \cdot m'/r) = \text{grad.} S$ —————> Newton
Qualidade = Q u a n t i d a d e.

O referido quadro sinóptico apresenta, de forma vectorial, a lei da gravitação universal de Newton, elaborada em 1686, como primeira teoria gravitacional, podendo enunciar-se descritivamente pela forma seguinte: «...comune gravitatis centrum nihil inde patitur; distantia autem horum duorum centrorum dividitur, a comuni corporum omnium centro, in partes summis totalibus corporum, quorum sunt centra reciproce *proportionales*»³². O enunciado descritivo, acima referido, resume-se na fórmula: $F = k \cdot m \cdot m'/r^2$.

A gravitação, para Newton, é um efeito de duas ou n-forças. Isto significa que o fenómeno gravítico resultará do influxo interactivo de dois ou n-corpos. Na linha da fundamentação predicamental, a posição newtoneana é restritiva, porque assenta numa simples relação diádica e no princípio ontológico, que refere: «actio est in passo». A explicação de Newton, para o fenómeno gravítico, é dinâmica, na mesma linha de Einstein, até porque este físico nada mais fez do que criar uma nova extensão matemática para a gravitação. Se as duas posições anteriores são nitidamente dinâmicas, a hermenêutica gravitacional de Milne é uma explicação cinemática.

³² Newton, I., *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, liv. I, Friederich Frommann Verlag, Stuttgart, 1964, p. 20.

5. O espaço e o tempo no modelo cosmológico de Milne

A «time's scale», orientação original e básica de Milne, permitiu a criação de um modelo cosmológico, simultaneamente finito e infinito.

5.1. — *Existência do universo:*

Nesta matéria, a atitude de Milne é realista, mas de um realismo que exige uma prova sistemática. O «Substratum» é uma entidade formal que, no seu fundamento ontológico, diz uma relação a um ser transcendental ao mundo. Milne não prova, nem pela *evidência mediata* (segundo a causalidade eficiente) nem segue o caminho da finalidade. O nosso pensador aceita incondicionalmente a existência da realidade cósmica³³.

Segundo esta teoria cinemática, que segue no fundo o pensamento filosófico tradicional, o Cosmos é uma entidade real para nós e transcendental para Deus. O Universo, relativamente a Deus, diz uma relação lógica.

5.2. — *O universo é «unum secundum quid»:*

Será o Universo uma unidade «per se» ou «per accidens»? Para esta pergunta, Milne tem uma resposta, referindo sem hesitação que o Universo é dotado de unidade acidental ou dinâmica. Esta asserção filosófica radica nos dados da ciência cosmológica, porque o «Substratum», como entidade acidental, é-o em duplo sentido: sistema hidrodinâmico e sistema estatístico³⁴.

Em matéria de unidade acidental para o Universo, existe uma uniformidade e concordância científico-filosófica, no caso de modelos cosmológicos relativistas, de cariz finitista. Resumidamente, os princípios ontológicos, que presidem ao fundamento do «unum secundum quid», no caso de Milne, poderão expressar-se na seguinte sentença latina: «praeter actus accidentalis *Substratum* permanens habetur»³⁵.

³³ Cfr. Milne, E. A., *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, pp. 115-116.

³⁴ Cfr. Idem, *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, pp. 68-69.

³⁵ Cfr. Lotz, J. B., *Ontologia*, Herder, München, 1960, p. 301.

Milne apresenta as dificuldades que provêm da filosofia nesta matéria, particularmente desde as concepções monistas de Espinosa até ao existencialismo contemporâneo de K. Jaspers e M. Heidegger.

5.3. — *A criação do universo, segundo Milne:*

Um dos problemas mais complexos para a cosmologia, filosofia e teologia refere-se à temática protológica. A esta situação não escapou o matemático de Oxford, como bem o refere nas seguintes palavras: «Recebi a formação de um físico-matemático, mas também recebi a formação de adepto da Igreja Anglicana. Muito embora, ao longo da minha vida, tivesse períodos de agnosticismo, sempre os superei. Creio, com o maior fervor, que o Universo foi criado por um Deus Todo-Poderoso...»³⁶. Trata-se, neste texto, de uma confissão relativa a uma tese dogmática. Parece clarividente uma relação entre física e teologia.

Milne afirma concludentemente, através da sua experiência, pela seguinte referência: «os investigadores que colocam Deus de lado, isto é, que abandonam a razão de ser do Universo, encontram-se em posição desfavorecida para analisar os problemas cosmológicos»³⁷.

Encontramos sempre presente, no pensamento de Milne, o relacionamento entre Deus e o Universo físico. A teologia e a cosmologia apoiam-se entre si de forma circular e segundo o esquema seguinte:

- 1) o Mundo possui origem divina, conformando-se com o modelo da Relatividade Cinemática;
- 2) a origem divina do Universo atira-nos para a determinação de um modelo.

Estas reflexões encontram-se subjacentes à hermenêutica teológica. Na sequência deste pensamento, é significativa a seguinte passagem, onde se expressa o sentido da criação: «That Creation is an *ultimate irrationality*, to use Whitehead's phrase. There, if we like, we may trace the finger of God in the divine act of creation. But it is in no man's experience. This creation before experience is a totally different thing from the creation occurring in

³⁶ Milne, E. A., *Kinematic Relativity*, At the Clarendon Press, Oxford, 1951, p. 222.

³⁷ Idem, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, At the Clarendon Press, Oxford, 1952, p. 62.

the general relativity models, where particles are created, in time, as fast as they are required, outside the last visible particles to ensure the centrality of each particle in the field. Of course, in our kinematic model do not positive an act of pre-experiential creation. The system is taken as satisfying the cosmological principle, and as capable of being observed, and we then infer the existence of a natural zero of time, which possesses, as we have shown, and keeping a degree of probability by the properties of an *epoch of creation*: The system was created! Unlike the relativistic cosmological models, it has then no further recourse to creation»³⁸.

O fenómeno da criação impõe-se à razão sem perder o seu carácter enigmático. Não podemos contemplar a criação! ...

Milne, sem fundamentar através da causalidade final e eficiente, considera este conceito, como «ultimate irrationality», à maneira de Whitehead e um pouco na linha do idealismo kanteano. Para Milne, a criação é uma realidade pré-experiential, da qual não temos conhecimento. Sabemos, sim, que a criação foi na linha do passado, podendo pensá-la, mas sem fundamentação numérica. A criação ultrapassa-nos e ultrapassa todo o conhecimento! Assim, quando analisamos a variável tempo, esta encontra-se presente em todas as partes, daqui que o Universo não permite esquecer-se que foi criado. O relacionamento do fenómeno «criação» com o modelo cinematográfico, considera-se como coisa do passado com toda a experiência dos n-observadores³⁹.

Além das anteriores noções sobre a criação, existe outra noção, sempre presente no espírito de Milne, que se clarifica na seguinte máxima: «Creation is a transcendental prior singularity»⁴⁰. Seguindo o conteúdo desta tese, a criação é uma lei «a priori» e forma transcendental, objectivada pela razão. Esta asserção gnoseológica aproxima-se da dialéctica transcendental kanteana. Porém, Milne ultrapassa as possibilidades kanteanas, uma vez que a cosmologia nos leva à teologia e ainda porque um dos argumentos favoritos, na linha científica, para avaliar da criação, reside na dupla escala de tempo e na noção de equivalência. Segundo a escala cinematográfica, há uma origem no tempo e momento inicial da criação, equivalente ao zero abso-

luto (-273° C), anterior a toda a experiência possível. Porém, o valor da criação pré-experiential salva-se na escala dinâmica, porque, não havendo origem para o tempo, haverá ao t_0 uma correspondência de ∞ do τ . O conceito de criação é pré-crítico no sentido da cosmologia milneana, não se aceitando a posição de S. Agostinho, quando asseverará: «Cum tempore autem factus est mundus, si in eius conditione factus est mutabilis motus...»⁴¹.

Milne critica, à luz dos conceitos de criação, os modelos hiperbólicos como refere pela seguinte passagem: «In the kinematic models no creation of matter occurs within the temporal experience of any observer; the whole system is already created and in existence by the time any observer can observe it»⁴².

Este posicionamento levou a críticas à teoria cosmológica da Escola de Cambridge, devido ao facto de F. Hoyle ter introduzido o tensor da «criação contínua». Mas Milne mantém-se fiel à Teologia Dogmática, aventando a possibilidade de uma criação «ab aeterno», tal como fizera o Aquinatense.

5.4. — A duração do universo na Relatividade Cinemática:

O tempo será imagem móvel da Eternidade? Fôra o tempo gerado por Deus e quando? Se estas perguntas começaram no *Timeu*, as mesmas são postas por Milne. Porém, a solução parece complexa, dado que Milne é simultaneamente finitista e infinitista.

Esta problemática sobre a duração do universo é tão candente, neste modelo newtoneano, quanto busca as suas raízes científicas naquilo que a cosmologia dedutiva tem de mais querido, isto é, a «time's scale»:

TEMPO CINEMÁTICO

TEMPO DINÂMICO

— Há uma origem do tempo, um momento inicial na linha do passado anterior à métrica: «duração pré-experiential».

— Origem no tempo. Ao zero do tempo (t) corresponde- ∞ da escala τ .

³⁸ Idem, *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, pp. 134-135.

³⁹ Cfr. Idem, *ibidem*, pp. 135-136.

⁴⁰ Idem, *ibidem*, p. 327.

⁴¹ Saint Augustin, *La Cité de Dieu*, Desclée de Bourner, Paris, 1959, liv. XI, p. 50.

⁴² Milne, E. A., *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, pp. 335-336.

A duração do universo tem um duplo sentido, em virtude do tempo cinematográfico e do tempo dinâmico. De acordo com uma diferente opção, o Universo constrói-se geometricamente pela forma de Riemann ou de Euclides. Daqui surgirá uma dupla métrica simultaneamente finita e infinita. Porém, na ordem real, não poderá ser o Universo simultaneamente finito e infinito, porque «quoad nos», uma vez que se trata de um problema de métricas, poderá a duração do universo surgir como finita ou infinita, mas sob aspectos diversos.

Milne inclina-se mais para uma duração infinita, dado que estaria mais de acordo com a Magestade Divina, sem esquecer que o infinitismo durativo é unicamente fenoménico.

Para se determinar, na ordem científica, o valor e limites da duração do universo, existe uma pléiade de argumentos, que nos referem de forma constante o finitismo do Universo. Resumiremos indicativamente alguns desses argumentos:

- 1) — Paradoxo de Olbers: $du = (n.L/c).dr$;
- 2) — Energia Cinética do Universo: $E_c = mc^2 \quad 1/2m(H/r)^2$;
- 3) — Irreversibilidade do Tempo: $ds^2 = (dx_1)^2 + (ict)^2$.

Tais argumentos relacionados com a variedade geométrica do Universo e com a lei de Hubble implicam a possibilidade de se construir um gráfico demonstrativo da durabilidade do Universo, colocando o raio do Universo em função do tempo.

Quando Milne afirma que o mundo teve um começo real, quer dizer que o durar real do Universo é diferente do durar métrico, que é sempre finito. O Mundo começou!... O Universo começou a ser!... Mas quando? A resposta a esta pergunta levou Milne a introduzir dois graus de tempo, implicando necessariamente a existência de duas estruturas geométricas diferentes, como vimos ao longo deste trabalho.

Como a métrica é «quoad nos», segundo a tese filosófica, só existe formalmente no pensamento e causalmente na ordem real o durar sucessivo e contínuo do Universo ⁴³.

⁴³ Cfr. Idem, *ibidem*, p. 286.

5.5. — *Evolução e Limites espaço-temporais do Universo Cinematográfico:*

O Universo não morre!... Segundo Milne é impossível, científica e filosoficamente, a *morte térmica do universo*. Este designativo nasceu do terceiro princípio da Termodinâmica. Variadas são as passagens, onde Milne se refere à Imortalidade, não do homem, mas antes de todo o sistema cósmico, como poderemos atestar, num pequeno texto: «For observer at them, experiencing them, the universe to them has hardly embarked on its carres of evolution (...). Death and decay in our midst, for us; but for the World, *immortality*. The totality of things created knows *no terminus in time*, no decay, no asymptotic strangulation of the surge of life...» ⁴⁴.

Segundo Milne, o Universo não pára de evoluir e projecta-se teleologicamente em Deus. Estas e outras ideias, tantas vezes repisadas, na sua célebre obra, «Modern Cosmology and Christian Idea of God», permitem que o Universo não descance enquanto não repousar em Deus. O Universo encontra-se inquieto, esperando ansiosamente a afectividade divina.

Milne, numa tentativa aproximativa, é, de longe, o cientista que mais se aproxima da Cosmogénese proposta por Teilhard de Chardin. O estofo do universo, constituído como pré-vida, ao definir a Cosmogénese, desembocará ascensionalmente na Noosfera. O Universo é algo de hiperpessoal. Na linha evolutiva do futuro, o Universo cairá irreversivelmente no ponto Ómega. Estes pensamentos, próprios da evolução criadora, elaborados por Teilhard de Chardin, parecem repetir-se, em Milne, muito embora a Imortalidade do Universo é vista pela filosofia platónica-augustineana.

Segunda parte

EPISTEMOLOGIA DA CINEMÁTICA DE E. MILNE

O Universo de Milne postula filosoficamente uma relação diádica, que se define em dois parâmetros: «quoad nos» e «quoad se». Com efeito, o «substratum» é a equivalência suprema de partículas que formam observadores fundamentais. Porém, como o «substratum» é uma entidade formal, caracterizada pela *unidade aciden-*

⁴⁴ Idem, *ibidem*, pp. 137-138.

tal (o universo de Milne é um «unum secundum quid», ou seja: um sistema de partículas e observadores fenoménicos, em estado de equivalência formal) encontra-se «in fieri». Milne afasta-se, na verdade, do evolucionismo criacionista de H. Bergson, o qual coloca, como factor explicativo último, para a realidade do universo, um — Devir Puro —, sem sujeito para o mesmo «fieri». Contudo, para Milne, o «substratum» recria-se no devir, em virtude das duas escalas de tempo: a cinemática e a dinâmica.

O «substratum» além de ser um conjunto de equivalências traduzido matematicamente, o que o situa no âmbito fenoménico, caracteriza-se antes por ser uma realidade numérica. Segundo o elemento «quoad nos», a escala do tempo é heterodoxa para Euclides; assim, o «substratum» torna-se infinito. Para Milne, o τ como tempo dinâmico é a métrica infinitista, ou seja: um grau de métrica introduzido pelo nosso entendimento. Esta métrica, que constitui o *tempo dinâmico*, é formal e fundamenta-se no «pass of time», a qual implica a consciência. Milne repete a posição filosófica de Santo Agostinho, o qual, nas suas *Confissões*, refere: «sine anima non est tempus»; ou ainda, acentuando a fenomenologia transcendental de E. Husserl⁴⁵.

Como Milne nos oferece um Universo infinito, daqui se conclui que a escala temporal dinâmica significa um durar que é introduzido pela razão, seguindo-se, na verdade, uma inferência transcendental e não imanente para o Universo.

O Universo possui o seu durar real e contínuo. Todo o problema gnoseológico de se saber se o Universo é finito ou infinito revela a introdução de métricas euclidianas ou lobatschewskianas, as quais somente «a priori» não nos situam directamente na ordem ontológica do referido Universo.

Matematicamente, Milne coloca o Universo a evoluir de «World-picture» para «World-map», apontando uma nova *perspectiva de equivalência*. Esta situação físico-matemática vem acentuar, em sentido epistemológico, a existência de duas escalas de tempo para o Universo, dadas simultaneamente. Não repugna, com efeito, à razão a existência de duas escalas de tempo, desde que não dadas simultaneamente, porque o contrário levaria à contradição das métricas. Na ordem real só há um tempo. As realidades duram!...

Estes graus de tempo resumem-se para Milne no seguinte conceito: «Time-keeping», que não é, de forma alguma, o «pass of time» (a consciência do tempo). Uma coisa é a sucessão do Universo (permanente e contínuo) e outra é a métrica sucessiva (temporal e descontínua), não repugnando noeticamente uma simultaneidade cinemática e dinâmica, até porque físico-matematicamente pode haver uma regradação dos relógios, como se define pela lei seguinte:

$$\tau = t_0 \log_e t/t_0 + t_0 \text{ ou} \\ dt/t = d\tau/t_0.$$

As duas escalas de tempo são diferentes, implicando uma duplicidade representativa para o Universo, intimamente associadas e cada uma relevante para a interpretação cósmica. Assim, a escala cinemática determina a medida dos fenómenos atómicos, enquanto que o tempo dinâmico regulariza os fenómenos gravitacionais.

Mudando de escala temporal, o modelo cósmico muda necessariamente. Desta forma, duas ou mais representações do Universo podem ter um significado real, tal como as cartas geográficas da superfície telúrica, para distintas latitudes e longitudes, o que é dizer no nosso esquema cosmológico, para diversos observadores, como se postula no *princípio cosmológico*. Nunca nos devemos esquecer que está subjacente à cinemática relativista a ideia da complementaridade dos esquemas cosmológicos, sob a acção da dupla escala do tempo. Com efeito, quando se passa do tempo cinemático para o dinâmico ou vice-versa, através duma função logarítmica, a imagem que obtemos do Universo é tão dispar que Whitrow a chegou a considerar como uma *diferença cósmica*, tal como, de forma analógica, o fizera Heidegger no domínio da Ontologia, ao apresentar como um dos predicados do «Da-sein», a *diferença ontológica*.

Analogicamente à Mecânica Quântica, que representa o mundo infra-atómico através de relações duais, tal como se exemplifica pelo princípio da indeterminação de Heisenberg; em Cosmologia Cinemática existe a mesma referência dual, dada pelo ds^2 . Este significa o invariante absoluto das métricas espaço-temporais.

Será que as dualidades: Espaço-Privado, Espaço-Público; Tempo-Cinemático, Tempo-Dinâmico; World-Map, World-Pictures; traduzem com fidelidade o que se passa no Universo?

Será o Universo em que vivemos, no seu esquema físico-matemático, como a partícula-onda da Mecânica Ondulatória de L. De Broglie ou de E. Schroedinger?

⁴⁵ Cfr. Husserl, E., *Philosophie Première*, Presses Universitaires de France, Paris, 1972, pp. 63-64.

O «substratum» é dialecticamente uma síntese do espaço-tempo ou ainda é considerado o elemento primordial da Cosmologia?

Constituir-se-ão os tempos cinemático e dinâmico como axioma da Relatividade Cinemática? Já Sir A. Eddington, na sua Cosmologia Evolucionista, apresentara o espaço como o elemento primordial, originante do Uranoide.

Este complexo de perguntas, anteriormente referidas, de ordem científica, exigem necessariamente uma dupla fundamentação filosófica, que se define por dois aspectos.

Para bem vincar o conjunto de aspectos diversos e intrínsecos às duas escalas de tempo, Whitrow estabeleceu a comparação entre características geométricas e físico-matemáticas para o complexo dos modelos newtoneanos, da forma seguinte:

TEMPO DINÂMICO (τ)	TEMPO CINEMÁTICO (t)
o Universo é estático;	— o Universo está em expansão;
os observadores fundamentais estão em repouso;	— os observadores fundamentais estão em movimento relativo e uniforme;
— o volume do Universo é infinito e o «substratum» preenche-o totalmente;	— o volume do Universo é finito e o substrato enche, a cada momento, uma esfera de raio (c.r) crescente com a velocidade da luz;
— não existe origem do tempo, ao t_0 corresponde ∞ da escala dinâmica;	— existe uma origem para o tempo, um momento inicial da criação equivalente ao <i>zero absoluto</i> , anterior a toda a experiência possível;
— as latitudes e longitudes são constantes. A lei de Hubble-Humason é constante: $v_r = H.R = K$;	— a distribuição de densidades é simétrica à volta de cada observador e o seu valor médio diminui monotonamente com o tempo, crescendo porém com a distância. Tendendo para ∞ , o valor do raio do Universo atinge ct.;

— o espaço é hiperbólico lobatschewskiano ($k=-1$);	— o espaço é euclidiano ($k=0$);
— as frequências atómicas crescem constantemente;	— as frequências atómicas são constantes;
— o momento angular e a constante de gravitação mantêm-se invariáveis;	— o momento angular e a constante de gravitação crescem segundo a razão: t/t_0 ;
— o potencial propaga-se instantaneamente;	— o potencial propaga-se com a velocidade da luz;
— as órbitas planetárias são elípticas;	— as órbitas planetárias são espirais equiangulares;
— todos os comprimentos crescem na razão inversa do tempo. Cada observador fundamental não vê fluir radialmente a velocidade constante o «substratum».	— todos os comprimentos crescem na razão directa do tempo (t/t_0) e mudam-se uniformemente. Cada observador fundamental vê fluir radialmente o «substratum», para velocidade rectilínea e uniforme.

Milne pretende provar que as duas escalas temporais do Universo têm um sentido físico. As suas provas residem na associação para cada escala de denominadores naturais, ou seja:

Escala Cinemática \longrightarrow as vibrações duma fonte luminosa padrão;

Escala Dinâmica \longrightarrow oscilações do pêndulo e a rotação da terra.

Estas considerações são «a posteriori». Milne obteve-as em virtude da dinâmica que preside ao modelo em expansão. Do tempo cinemático permite-se imediata passagem ao tempo dinâmico através da regradação cronométrica.

Com efeito, verificamos que muitas das leis da natureza física, por Milne deduzidas, se aproximam das leis da Dinâmica Newtoniana, sujeitando-se ao grupo de transformação de Galileu.

Conclusão

A primeira página, ao abrir a celeberrima obra de Milne: *Relativity, Gravitation and World-Structure*, inicia-se com o seguinte versículo evangélico: «Nisi efficiamini sicut parvuli, non intrabitis in Regnum Caelorum» (Mat. XVIII, 3).

Este versículo originou um comentário, por parte de um discípulo de Milne, nos termos seguintes «...a menos que voltemos a admitir, com singeleza de coração, a fé na criação, aprendida na nossa infância, será inteiramente impossível entender, de maneira racional, todo o mecanismo dos céus»⁴⁶.

Tanto Newton como Milne desejaram decifrar o *enigma do universo*, o qual transcende a ciência. Esta tentativa fundamentadora poderá encontrar-se na dogmática, expressa simbolicamente no «De Deo Creatore», que Leão XIII fizera gravar na cúpula do grande astrógrafo da Specula Vaticana destinada à cartografia celeste.

Após este intróito poético e conclusivo, cumpre-nos dizer que o modelo cosmológico de Milne, apesar de ultrapassado pelas inovações astrofísicas e radioastronómicas, surgiu na História da Cosmologia, como brilhante construção físico-matemática. O nosso pensador foi um dos fulgurantes e inovadores cosmólogos particularmente porque soube redescobrir a Mecânica e a Gravitação de Newton. Um dos pontos mais originais residiu em interpretar as leis da física fora dos auspícios da Relatividade Restrita e Generalizada de Einstein.

RAMIRO DÉLIO BORGES DE MENEZES

Prof. do I. C. H. T.

João IV e Juraj Krizanic

Contributo para a história das relações culturais entre a Croácia e Portugal

É bem conhecido que João IV, fundador da dinastia de Bragança era «Príncipe-músico e Príncipe da Música»¹, mas não era conhecido até agora que um croata, Juraj Krizanic vigiava a edição das obras sobre música e as composições do Rei².

E quem era Juraj Krizanic?

Krizanic, lat. Crisanius, nasceu em Obrh, perto de Zagreb, Croatia (hoje Jugoslávia) no ano de 1617 ou 1618. Fez estudos de filosofia em Gratz, de teologia em Bolonha e Roma. Como aluno da Congregação da Propaganda Fide, em 1641, propõe ao secretário F. Ingoli o seu propósito: queria ir a Moscovo, à corte do czar para o servir como bibliotecário, educador dos filhos, escritor de uma gramática eslava e tradutor da Bíblia. Tudo com a intenção de, em momento oportuno, sugerir ao czar que fizesse uma liga contra os Turcos para libertar os irmãos eslavos do jugo otomano e operar a união com a Igreja romana. O seu propósito foi benevolmente acolhido pela Propaganda porque Roma, exactamente pelo protestantismo e pela Guerra dos trinta anos, perdia muitos alemães e encaminhava-se para conquistar os ortodoxos eslavos, particularmente a Rússia, que neste momento se tornava um império imponente. Doutorando-se em teologia, depois de ter passado alguns anos na

¹ MÁRIO DE SAMPAYO RIBEIRO, *El-Rei D. João IV Príncipe-músico e Príncipe da música*, Lisboa, Acad. Port. História, 1958.

² As primeiras investigações sobre João IV e Juraj Krizanic foram publicadas sob o título: *Kuraj Krizanic and João IV, or Krizanic's Supervision of the Printig of João's Music and Works about Music*, in *The International Review of the Aesthetics and Sociology of Music* 11/1 (Zagreb 1980) 59-86. Ver também o meu livro: *Juraj Krizanic glazbeni teoretik 17. stoljeca*, Zagreb, Jugoslavenska akademija Znanosti e Umjetnosti, 1981, 79-100. (Também na colecção Radovi o Jurjn Krizanicu 1 (Estudos sobre Krizanic, da mesma Academia).

⁴⁶ Milne, E. A., *Relativity, Gravitation and World-Structure*, At the Clarendon Press, Oxford, 1935, p. i.