

RAMIRO DÉLIO BORGES DE MENESES

*Universidade Católica Portuguesa*

*Porto*

*ramiro.meneses@ipsn.cespu.pt*

## **Relatividade Restrita de Einstein: a leitura métrica do acontecimento espaço-temporal**

### **1. Introdução**

Um dos aspectos da nova interpretação métrica de A. Einstein reside na generalização do princípio da relatividade clássica, que possibilitou a solução das dissimetrias electro-magnéticas, por meio das mudanças de coordenadas, onde os campos electrodinâmicos referem a mesma forma.

A Relatividade Restrita ficará conhecida como uma leitura física sobre a «invariância das leis da física», dadas na conexão espaço-temporal. O novo esquematismo, definido por A. Einstein, determinou uma forma de ler e interpretar as leis da física, saindo do determinismo de I. Newton. Do absolutismo das leis da física de Aristóteles, Galileu e de Newton surgiu o advento de uma nova física, mais adequada à leitura dos observadores no enquadramento relativístico do espaço e do tempo. A partir daqui, decretou-se a «covariância da natureza» em duas categorias fundamentais da métrica, isto é, o espaço e o tempo. Porém, a Relatividade Restrita permitiu uma nova expressão epistemológica para o acontecimento físico e para a sua métrica.

Com efeito, enquanto um sistema referencial está animado de movimento uniforme e rectilíneo, outro encontra-se em repouso, não podendo qualquer experiência electrodinâmica ou óptica dizer qual deles é que se move.

Artículo recibido el 2 de junio de 2015; aceptado el 19 de junio de 2015

SAPIENTIA / AÑO 2015, VOL. LXXI, FASC. 238 - PP 125 - 140

O princípio da relatividade clássica do movimento possui valor fenoménico (aproximativo), porque define a objectividade para as leis da mecânica, não acontecendo o mesmo para o princípio da relatividade restrita, que alcança a sua objectividade pelos fenómenos electrodinâmicos. Este novo princípio traduz, de forma precisa e universal, o sentido da invariância dos fenómenos no espaço-tempo. O comportamento dos fenómenos manifesta-se em enunciados sob a «covariância» e como limite máximo para todas as velocidades.

Por tal postulado se conclui que é impossível distinguir um referencial galilaico de outro com o auxílio de medidas efectuadas inteiramente nele.

Todos os referenciais galilaicos são equivalentes, justificando que as leis físicas devem formular-se da mesma forma, para todos os sistemas de inércia, senão perderiam a sua universalidade e necessidade.

Mas, pela operação de passagem ao limite da Análise Matemática, quando  $c \rightarrow \infty$ , encontramos o princípio da relatividade clássica, surgindo como isomorfismo do axioma da Relatividade Restrita, provando-se que o grupo de Galileu está integrado no grupo de Lorentz:

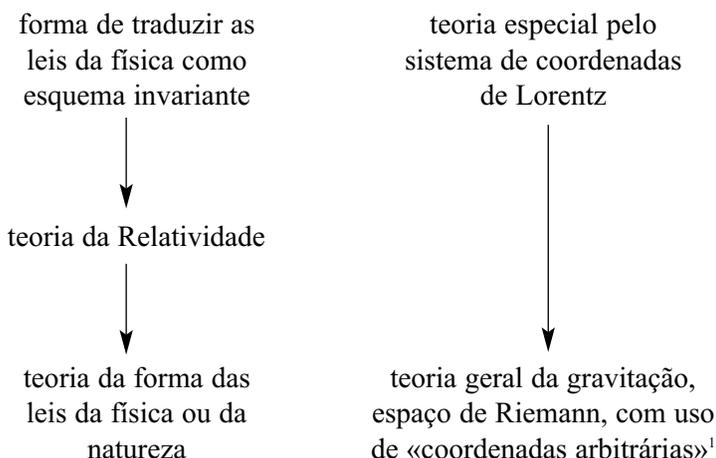
$$\lim x = \lim x' + \vec{v} \cdot t / (1 - v^2/c^2)^{1/2} = x' + \vec{v} \cdot t;$$

$$\lim t = \lim t' + v/c^2 \cdot x / (1 - v^2/c^2)^{1/2} = t - t'.$$

O princípio da relatividade clássica é particular e limitado à Mecânica Clássica. Todavia, a teoria da Relatividade Restrita é uma axiomatização sobre a forma como as leis da física se devem escrever e traduzir paradigmaticamente.

A invariância ou forma das leis da natureza e o estado do movimento dos observadores relativizam o conhecimento físico, originando novo rosto para os fenómenos físicos.

Esquemáticamente, poderemos apresentar o sentido da «covariância» no âmbito da física relativista:



## 2. Covariância: valor da métrica

O sentido e significado da invariância é tão relevante, que Einstein gostava que a sua teoria se chamasse «teoria dos invariantes» e nunca se denominasse teoria da relatividade.

Assim, uma lei da física, que não muda sob uma transformação de coordenadas físicas, será a mesma relativamente a todos os referenciais e à transformação definida.

As leis da física mantêm a estrutura físico-matemática ou, ainda, o grau de invariabilidade em diferentes sistemas inerciais pelos enunciados da transformação de coordenadas de Lorentz.

As equações de Lorentz são juízos modais que introduzem novos operadores nas leis da física, tais como: necessidade, universalidade, etc.

As transformações de coordenadas são um complexo de enunciados modais, sintéticos e progressivos *a posteriori*.

A contingência formal é encontrada no isomorfismo das transformações de Galileu, relativamente ao grupo de Lorentz, definindo outra grande modalidade.

---

<sup>1</sup> Cf. SCHMUZER, E. – «Induction, Physics and Ethics» in *Proceedings and Discussions of the 1968, Salzburg Colloquium in the Philosophy of Science*, D. Reidel R. Company, Amsterdam, 1973, pp. 125-126.

Assim, as leis da física justificam a propriedade da homogeneidade, devido a serem definidas por observadores equivalentes<sup>2</sup>.

A invariância e a covariância parecem similares, mas não são idênticas. Logo, a invariância é uma propriedade de propriedades, sendo a covariância uma qualidade da regularidade das leis. A covariância refere-se às leis fundamentais, não às consequências lógicas. Com efeito, as equações de Maxwell são covariantes, mas a solução das mesmas depende do referencial.

Os princípios da covariância, tal como o princípio da relatividade, não se referem a propriedades ou à formulação matemática. São antes enunciados que definem a «causalidade formal» para as leis da física, condicionadas a graus de transformação e a sistemas de inércia.

A invariância implica a covariância, sendo a recíproca não verdadeira. A invariância é enunciado lógico, enquanto que a «covariância» é um enunciado ontológico, sendo a invariância a forma e a propriedade dos enunciados físicos, denotando a universalidade e transcendentalidade. Porém, uma quantidade invariante é aquela que tem o mesmo valor para todos os sistemas inerciais. A covariância apresenta-se como propriedade da regularidade das leis da física.

Ao dizer-se que as leis da física (óptica, electromagnetismo e mecânica) são «covariantes», para sistemas inerciais, são enunciados, da física, para os sistemas referidos e determinam-se como «causalidade formal» para os mesmos sistemas.

Porém, ao salientarem-se como invariantes, as leis da física, nos sistemas inerciais, são «co-causa» ou condições para transmitirem a mesma estrutura às leis da física. A invariância é, pois, *conditio sine qua non*, que permite definir a causalidade formal como se apresenta esquematicamente:

Invariância	—————→	gnoseologia
Covariância	—————→	ontologia

---

<sup>2</sup> Cf. BORGES MENESES, R. D. — «Leis da Física: ciência, filosofia e teologia» in *Humanística e Teologia*, 7, Porto, 1986, 327-39.

A covariância surge como propriedade ontológica das leis, enquanto que a invariância é uma «propriedade métrica».

Todavia, a «covariância» não implica a invariância, porque se basta a si mesma. O invariante absoluto implica a «covariância» para se coadunar com os sistemas inerciais.

A invariância é uma forma de conhecimento, que determina a constância em propriedades para as leis da física, enquanto que a «covariância» refere o conteúdo ontológico da relatividade.

Segundo a fundamentação lógica, a covariância não é um teorema, nem definição, mas antes um axioma para a relativização das leis da física, uma vez que se trata de uma propriedade da regularidade dos fenómenos.

A covariância define uma estrutura matemática uniforme e universal, para os comportamentos dos sistemas de inércia, denotando o seu conteúdo formal nas leis da física<sup>3</sup>.

Estas leis, segundo a relatividade de Einstein, mantêm-se, na sua estrutura, não se modificando de momento a momento, sendo esta característica definida pela covariância.

Na verdade, a «covariância» é uma qualidade métrica secundária, porque existe formalmente no pensamento do físico e causalmente na ordem real, sendo primeiramente *quoad nos*.

Não é menos significativo notar que a covariância se fundamenta na categoria da relação —*esse ad*—.

Esta propriedade categorialmente estabelece as ilações das leis da física, com sistemas inerciais, permitindo que a lei vigore na sua estrutura físico-matemática, não se alterando.

A covariância está representada nos dois axiomas da Relatividade Restrita, enquanto que a invariância está representada no invariante absoluto.

A invariância determina a possibilidade das leis da física se tornarem juízos qualitativos, permitindo a universalidade e necessidade das leis físicas. Ontologicamente, a covariância é uma *conditio sine qua non* e não causa das leis físicas.

Logo, a covariância define a formalidade das leis, enquanto que a invariância define a materialidade das mesmas.

---

<sup>3</sup> Cf. *Idem, Ibidem*, 317-329.

### 3. Simultaneidade: a relação na métrica do acontecimento

Quando dois fenómenos se apresentam simultaneamente para  $S'$ , podendo não ser para  $S$ , implicarão, em alguns casos, uma alteração à sua ordem. O fenómeno da simultaneidade, no aspecto filosófico, apresenta-se como «relação de relações», no domínio métrico.

Se, porém, as relações métricas são variáveis, então a simultaneidade, enquanto relação, determina um elemento objectivo —*quoad se*—, como sujeito do sistema inercial.

Como a simultaneidade é uma definição métrica para os acontecimentos, segue-se que os seus termos são reais, sendo a simultaneidade objectiva.

Gnoseologicamente, a simultaneidade é «relação de relações inerciais» (sistema em repouso ou em movimento), definindo-se esta segundo a categoria da quantidade.

Na ordem objectiva, esta estará no relacionamento espaço-temporal, definida pela métrica dos relógios<sup>4</sup>.

A simultaneidade, formalmente definida, seguindo as equações que traduzem o comportamento real dos sistemas de referência, traduz-se num juízo de relação interfenoménico.

Trata-se, pois, de um enunciado de relação interfenoménica, que traduz o conjunto de acontecimentos dos sistemas de inércia.

A simultaneidade é uma relação métrica e cinemática de acontecimentos, operados em sistemas de inércia e não uma propriedade ou qualidade de entes inerciais.

Poderia acontecer que, num dado *hic-nunc*, duas sinalizações luminosas se encontrassem num ponto, passando simultaneamente, uma em frente à outra (estando um relógio de precisão no observador para registar instantaneamente a passagem), verificando-se sincronismo perfeito.

Na ordem real, poderá registar-se uma diferença, ainda que infinitésima e justificativa da não simultaneidade dos acontecimentos  $A'$  e  $B'$  em  $S'$ , em movimento, isto porque, experimentalmente, os relógios de grande sensibilidade poderão registar uma tal discrepância.

A condição ontológica da simultaneidade dos fenómenos inerciais reside nos objectos referenciais, movendo-se com velocidade inferior à da luz pelo princípio da isotropia.

#### 4. Conexão espaço-tempo: sentido da duração métrica

4.1 – Só A. Einstein fora capaz de extrair todas as consequências da invariância. Longe de constituírem entidades independentes, como apresentava a Mecânica de Galileu e Newton, o espaço e o tempo encontrar-se-ão intimamente ligados, porque a teoria da relatividade se refere como teoria do espaço-tempo. Parecia estranho verificar que tal conexão se encontrasse numa simetria de Lorenz – Poincaré.

Contudo, o certo é que esta nova simetria é do mesmo grau que a das rotações, não actuando sobre o espaço e o tempo.

Se acrescentarmos, às três dimensões do espaço, uma quarta (*ict*)\*, para formar um espaço-tempo quadridimensional, a simetria de Lorentz-Poincaré será uma espécie de rotação no espaço-tempo.

Para se criar uma rotação no espaço-tempo, projectar-se-ão as dimensões espaciais no tempo e vice-versa.

A chave para a compreensão das estranhas projecções ou distorções do espaço-tempo está na velocidade da luz e no campo electromagnético de Maxwell.

Sempre que um observador viaja à velocidade da luz, o espaço e o tempo deformam-se simetricamente em conformidade com as equações de Lorentz, possibilitando-os gnoseologicamente.

4.2 – O contínuo quadridimensional é o «invariante absoluto», sendo a única entidade absoluta criada por Einstein.

Assim, será o espaço-tempo um absoluto métrico, enquanto que a métrica de Newton impõe dos absolutos: o espaço e o tempo.

---

\* Cf. HANSEN, R. O. – «Multiple Moments of Stationary Space-Time» in *Journal of Mathematical Physics*, 15 New York, 1976, 1-6.

\* Fórmula que significa tiempo (*t*) por velocidad de la luz (*c*) por la raíz cuadrada de -1 (*i*); véase Motz, Lloyd *et al.*, *The Story of Astronomy*, Basic Book, 2008, p. 246. (N. del E.)

Com efeito, a conexão espaço-tempo ( $ds^2$ ), como um todo fenomenológico, salienta que a realidade física se medirá neste absoluto. O novo invariante da Relatividade Restrita é uma «constante». Isto significa que possui sempre o mesmo valor para a fenomenologia métrica, sendo a única forma precisa de representar o acontecimento. Os acontecimentos são espaço-temporais e, dentro desta condicionante, mantêm-se «constantes» ou invariantes, porque duram!...

A conexão espaço-tempo, quanto à gnoseologia, é uma expressão métrica e conceptual do acontecimento. Quando se diz «acontecer», significa que se verifica no «espaço-tempo».

A conexão espaço-tempo é síntese métrica da tese (dimensão espacial) e da antítese (enigma do tempo), segundo a dialéctica.

Esta entidade sintética e métrica define num juízo progressivo fenoménico *a posteriori*, porque fundamentado na medida e na extensão real dos corpos, implicando uma distinção formal, não determinando a separação da métrica espaço-temporal clássica.

A dualidade do «contínuo quadridimensional» perde a sua autonomia como invariante absoluto, dado que a lógica das métricas o exige. Daqui surgirá uma nova maneira de medir os acontecimentos.

A fusão da coordenada temporal, no contínuo quadridimensional, tem valor formal e não se deve entender como identificação pura e simples desta coordenada com as três espaciais.

Ontologicamente, a identificação entre as variadas coordenadas, incluindo a temporal, significaria negar a realidade do *feri* e a distinção fundamental entre o ser e o durar, entre a extensão e o movimento. A distinção entre o espaço e o tempo é um dado imediato da consciência e da intuição intelectual.

O valor formal do cronótopo de Minkowsky é provado pelo ponto de vista matemático, enquanto que a quarta dimensão (a temporal) tem por coeficiente a unidade imaginária (*ict*), não podendo possuir um significado físico e ontológico directo.

**4.3** – A conexão espaço-tempo é uma entidade de razão, mas com fundamento real. Tal facto justifica-se, porque se trata de uma relação abstracta entre dois conceitos transcendentais e

universais (porque todos os acontecimentos participam duma dualidade distinta, mas inseparável).

A conexão espaço-tempo e as equações dependentes representam e significam leis gerais dos fenómenos físicos e reais. Os acontecimentos da ordem real são espaço-temporais.

Nenhuma acção física se pode dar só na pura extensão a três dimensões ou seguir a trajectória espacial do ente móvel, sem estar conexas e implicadas no tempo.

Mas, igualmente, não podem transmitir-se como velocidade infinita ou instantânea, como queria a física clássica, determinando uma «dicotomia» entre o espaço e o tempo.

Os acontecimentos, classicamente, eram na linha do tempo. Einstein veio colocar a tónica no comportamento definitivo dos acontecimentos, ao nível da física.

Todos os acontecimentos, na natureza e em todos os graus analógicos, são espaço-temporais.

Na verdade, todos os acontecimentos ou fenómenos, vistos como instantâneos ou como campo electromagnético ou como campo gravítico, propagam-se de movimento a movimento.

Os conceitos de espaço e de tempo fundamentam-se na intuição ou na imagem dos corpos extensos e móveis, como entidades singulares.

Assim, o espaço-tempo, na sua conexão, predicamentalmente determina uma fundamentação na categoria da «relação».

Trata-se, pois, de um *esse ad aliquid* fenoménico, ou seja, a conexão expressa uma relação entre duas variáveis quantitativas: a coordenada fluente ( $T \cong I$ ) ou imaginária:  $T \leftrightarrow i\beta$  e a variável real ( $E \leftrightarrow \alpha$ ), uma vez que corresponde biunivocamente ao conjunto dos números reais:

$$\begin{array}{ccc}
 x^2 + y^2 + z^2 & - & c^2 t^2 = ds^2 \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\
 (E & - & T) \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 \{R\} & & \{I\} = C
 \end{array}$$

A conexão espaço-tempo ou o «invariante absoluto» traduz uma correspondência com os números complexos.

A correspondência é fundamental, porque permite não só exprimir a natureza da conexão, como também determinar a essência de cada parâmetro.

A conexão espaço-tempo (ou invariante absoluto) é uma qualidade primária, porque existe na ordem real, como durar intrínseco dos fenómenos.

Trata-se, pois, de uma propriedade fundamental do acontecimento, que tem *per se* a exigência ontológica do durar no mundo das coisas.

A conexão métrica contém as dimensões aditivas do espaço e do tempo. Logo, traduz as distâncias ou o fluxo dos acontecimentos. Todavia, ontologicamente pensando, as equações físicas do movimento rectilíneo e uniforme determinam relações com o invariante e fundamentam-se realmente nos corpos extensos e móveis. A natureza e o valor da conexão espaço-tempo surgem como forma de perfeição accidental.

O esquema geométrico ou conjunto complexo (E – T) é um ser de razão com fundamento real, segundo a correlação ontológica:

(forma accidental + limite) → (ente de razão)

A forma é o acto de perfeição finito espacio-temporal, como conjunto abstracto e complexo de «pontos-istantes», em potência, que revela um «existir accidental». O limite é a potência ou operação do intelecto que finitiza a forma de perfeição.

Assim, o E – T, como esquema abstracto, revela-se como sendo ente de razão, mas com fundamento real.

O ser de razão é o que existe formalmente só no intelecto, mas fundamentando-se na ordem real. A conexão espacio-temporal existe no intelecto. Logo, é um ente de razão.

Sendo a relação ou a conexão formada por dois princípios ou aspectos do ser ideal, também ela só poderá existir formalmente na ordem lógica.

O fundamento real é cada «ponto-istante» dos acontecimentos que se revela no « $ds^2$ », dado que este caracteriza as

equações ou funções ( $x, y, z, ict$ ), porque representam e significam leis gerais dos fenómenos físicos (reais).

Não obstante, os acontecimentos da ordem real são espaço-temporais, enquanto conexos. Nenhuma acção física se opera somente no espaço puro a três dimensões ou se transmite com velocidade infinita (instantânea). Assim se fundamentam os conceitos abstractos do espaço-tempo, enquanto conexos, ou seja, como contínuos a 4-dimensões.

A natureza da distinção do E-T é lógica e com fundamento real, porque se verifica entre princípios ou aspectos de um ser de razão.

Mas, predicamentalmente, a categoria da conexão E-T é a «relação» que é transcendental, uma vez que opera entre termos correlativos, sendo logicamente distintos, mas inseparáveis.

A forma geométrica do contínuo E-T, a 4-dimensões e seus limites, funda-se em dois grupos de leis do movimento e do campo, que diferem de forma total e realmente do Universo, onde acontecem os movimentos e os fenómenos. Aqui trata-se do espaço de forma riemanniana, visto que as equações da gravitação universal exigem um espaço-tempo curvo.

Mas, dialecticamente, a hipótese do espaço e do tempo euclidiano levam a antinomias insolúveis, como o infinito actual. As estruturas euclidianas diferem da forma geométrica do próprio Universo, sendo infinito e ilimitado, porque «curvo» e fechado sobre si mesmo. Trata-se como limite de um  $E_4$  (hiper-espaço a 4-dimensões ideal), ou seja, um  $E_3$  curvo em que existimos como entes tri-dimensionais.

Com efeito, não podemos imaginar a 4-dimensão que ficaria para dentro e para fora do nosso Mundo, como limite curvo a 3-dimensões, segundo uma hiper-esfera a 4-dimensões.

A teoria da relatividade situa-se, nos postulados fundamentais dos factos observados e controlados pela experiência, pela constância da velocidade da luz e pela equivalência entre massa inercial e massa gravitacional, respectivamente.

A Relatividade, quer restrita quer generalizada, confirma a tese de que os conceitos do espaço e do tempo se inferem da experiência e desenvolvem-se pelo progresso da ciência física,

obrigando a substituir a forma intuitiva e absoluta por uma nova fisionomia, onde espaço e tempo são «relativos», seguindo pelo cronótopo de Minskowsy e pelas coordenadas gaussianas num espaço de Riemann.

A Relatividade Restrita demonstra que o conhecimento depende dos fenómenos objectivos e das leis experimentais.

Variados são os valores absolutos, em Física, que a teoria da relatividade permite definir para a velocidade constante da luz, como máximo absoluto para todos os fenómenos físicos, a simultaneidade absoluta dos fenómenos, que coincidem, no espaço e no tempo, o intervalo cronotrópico entre dois acontecimentos quaisquer, bem como a equivalência entre a massa e a energia  $e$ , ainda, a curvatura do espaço na presença de matéria.

Poderíamos, realmente, chamar à Relatividade uma «teoria do absoluto físico». Trata-se, portanto, de uma teoria matemática, que se descreve num contexto espacio-temporal, sistematizando-se em dois postulados fundamentais.

Todavia, as fórmulas da Relatividade não são puro formalismo, mas antes permitiram determinar a essência de propriedades e categorias do mundo físico, interpretando adequadamente os fenómenos cinemáticos e dinâmicos.

Todavia, o acontecimento, como entidade relativa, surgirá identificado no invariante absoluto:  $ds^2$ , sendo o único absoluto que existe na Relatividade Restrita.

Este absoluto traduz a realidade do acontecimento, porque se identifica com uma forma de os fenómenos estarem no Universo.

Existindo uma relação recíproca entre os dois sistemas, em que se não pode saber qual dos dois está em movimento ou em repouso, os acontecimentos justificam a propriedade da ordenação dos pontos instantes:

$$(P-I)_{n+1} > (P-I)_n > (P-I)_{n-1}$$

Não obstante, os acontecimentos métricos podem implicar duas relatividades, desde Galileu e Newton até Einstein que impõe a relatividade para todas as leis da física, como se expressa, segundo a experiência de Michelson-Morley, não se

justificando a existência dum referencial absoluto. A velocidade da luz não é influenciada pelo movimento da Terra, através do éter, sendo o resultado do deslocamento:  $2LQ^2 / L = 0,37$ .

Logo, Einstein relativizou o espaço e o tempo, enunciando o axioma da relatividade restrita do movimento, confirmando a veracidade da conexão ou do invariante, que caracteriza os acontecimentos.

Os acontecimentos, em sentido estático e cinemático, estão englobados isomorficamente em relação ao acontecimento dinâmico.

A Relatividade de Einstein é uma teoria do «acontecimento», mas enquanto dinâmico e dialéctico, dado que, na ordem físico-matemática, é uma teoria da conexão espaço-tempo por um lado; porém, por outro, é uma teoria da forma das leis da física, revestindo, assim, o duplo aspecto gnoseológico e ontológico.

## 5. Conclusão

No prelúdio do artigo de 1905, que marca o início de uma das teorias mais fluorescentes de toda a física, definem-se as linhas orientadoras da elaboração da revisão à electrodinâmica dos corpos em movimento. E fá-lo demarcando as «assimetrias», que se inferem relativamente a corpos em movimento impostas pela electrodinâmica.

Ao determinar este ideário, caminha-se na certeza e objectividade, onde o seu modelo será a síntese entre dois pontos da natureza física, colocando-se dialecticamente entre a tese da Mecânica Clássica e a síntese dos fenómenos electrodinâmicos. Esta é uma primeira unificação das leis da física, que mais tarde Einstein abordará pela teoria do campo unitário.

Elevou-se à categoria de postulado uma suposição a que se chamará de princípio da relatividade e introduziu-se um postulado só incompatível, aparentemente, segundo o qual a luz, no espaço vazio, se propaga sempre com velocidade determinada e independente do estado do movimento e da fonte luminosa. Estes dois postulados foram suficientes para chegar a uma electrodinâmica dos corpos em movimento, livre de contradições. A

introdução de um éter luminífero revelar-se-á supérfluo como fruto do resultado negativo da experiência de Michelson-Morley.

Não obstante, a ideia de invariância, centro da teoria da relatividade, já pairava no espírito de Leibniz e de Galileu. Mas, fora o génio de Einstein que explicitou tal princípio, elevando-o à categoria de postulado com o nome de princípio da relatividade<sup>5</sup>.

O modelo da relatividade restrita, como nova forma de escrever as leis da natureza, inscreve-se na simplicidade da geometria pseudo-euclidiana, como se justifica pelo cronómetro de Minkowsky<sup>6</sup>. Einstein encontrava-se em conflito gnoseológico, porque as leis da Mecânica, em que radicava a teoria mecanicista do Universo, na passagem de um sistema em repouso, para outro animado de translação uniforme em relação ao primeiro exige não só uma transformação de coordenadas, como origina uma nova síntese do espaço e do tempo, uma vez que a física clássica conhecia um só tempo.

A ideia dos físicos do século XIX, concebendo um meio de propagação das ondas electromagnéticas (o éter), tal como Platão e Aristóteles acreditavam num «meio omnipresente», como qualquer coisa do nosso mundo, em constante repouso, foi desvanecida pelos resultados negativos da experiência de Michelson-Morley, dando possibilidades a processar-se uma generalização no grupo de transformação de coordenadas de Galileu.

As relações de transformação que permitem, segundo medidas estabelecidas no referencial  $S$ , determinar resultados das medidas relativas ao mesmo acontecimento, feitas por um observador no referencial  $S'$ , obedecem ao clássico grupo de transformações de coordenadas de Galileu.

Estas transformações são tais que dados os princípios da Mecânica de Newton, não há experiência que permita afirmar qual é o sistema que está em movimento<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Cf. DIVE, P. – *Les Interprétations Physiques de la théorie d'Einstein*, Dunod, Paris, 1985, 45-46.

<sup>6</sup> Cf. *Idem*, *Ibidem*, 50-60.

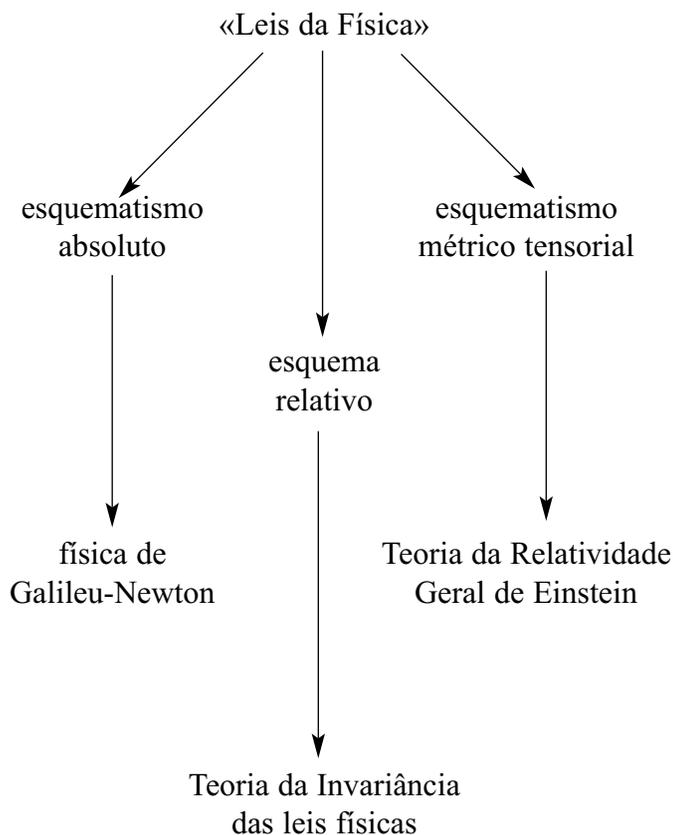
<sup>7</sup> Cf. BORN, M. – *Die Relativitätstheorie Einsteins*, Springer-Verlag, Berlin, 1969, 206-208.

Einstein impôs à natureza não só um novo ritmo e convencionalidade métrica, como iniciou nova ordem do conhecimento.

Einstein avançou ao desvendar o enigma do espaço-tempo, porque este devorará como a esfinge da lenda, toda a teoria que não o souber decifrar.

A Relatividade é uma teoria sobre o comportamento métrico para as leis da natureza. Tal posição originou adequada fundamentação para as mesmas leis, que mantêm o determinismo, quer actual, quer potencial, no comportamento da natureza.

A natureza esquematiza-se em leis que referem a mesma natureza de forma a poderem comportar-se de forma relativista e não absoluta, segundo o esquema:



Finalmente, A. Einstein englobou numa única teoria a Mecânica de Newton, a Óptica e a Electrodinâmica de Maxwell. Assim, teve o mérito de ser a primeira teoria física unificadora, como que antevendo o que neste momento se passa, ao tentar-se uma teoria geral de unificação de toda a física: relatividade, Mecânica Quântica e Cosmologia Científica. Poderemos dizer que além de ser a Relatividade Restrita de A. Einstein uma teoria sobre o espaço e o tempo, como entidades relativas, surge também, na ordem epistemológica, como uma leitura fisico-matemática do observador no fenómeno observado, redefinindo a física no âmbito da inter-relação do fenómeno e do observador.

A perspectiva einsteiniana da conexão espacio-temporal surge no horizonte fenomenológico do relativo ao absoluto. A Relatividade Restrita abriu novas possibilidades à física e à epistemologia no ensejo de se procurar novo «paradigma» para as teorias físicas, num claro caminho holístico e indeterminístico da observação dos fenómenos da natureza. A nova leitura relativística abriu um novo horizonte epistemológico para o pensar físico.