

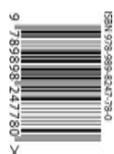
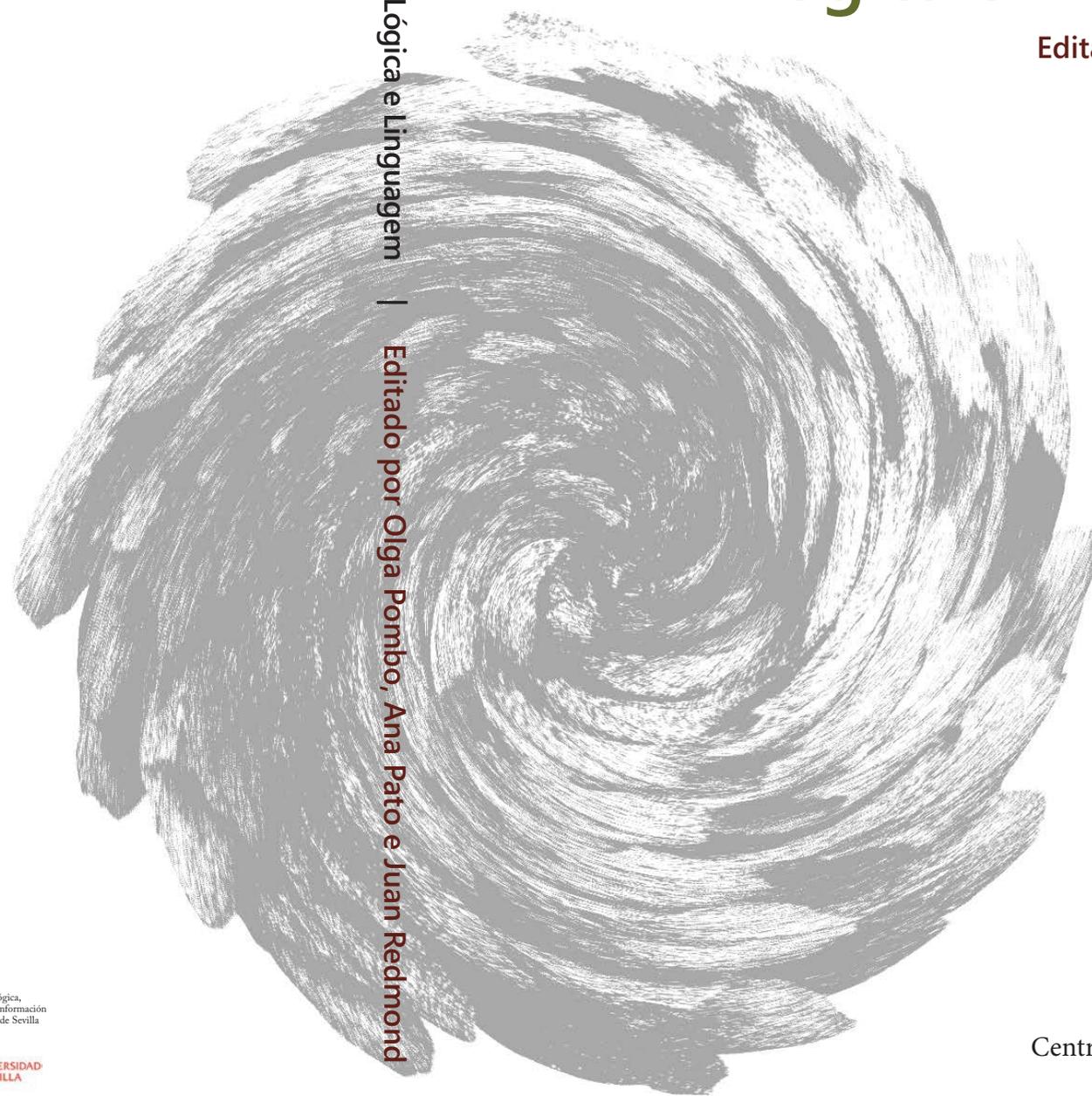
Epistemologia, Lógica e Linguagem

Editado por Olga Pombo,
Ana Pato
e Juan Redmond

De 29 a 31 de Outubro de 2012 realizou-se na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa o Simpósio Internacional de Epistemologia, Lógica e Linguagem. O evento foi organizado pelo Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa (CFCUL) e pelo Grupo de Lógica, Lenguaje e Información (GILLIUS) da Universidade de Sevilla no contexto do projecto internacional "Knowledge Dynamics in the Field of Social Sciences: Abduction, Intuition and Invention" - Acções Integradas Luso-Espanholas.

Cumprindo o dever de divulgação e promoção da investigação que se realiza no CFCUL, o volume que agora se publica reúne 12 artigos de entre as 39 comunicações apresentadas no Simpósio. Esses estudos ocupam-se de temas diversos no âmbito geral da filosofia da ciência. É, contudo, possível assinalar alguns cruzamentos temáticos, nomeadamente, em torno da filosofia da física e da matemática, da teoria dos modelos, das questões da crença e da lógica, sobretudo abductiva.

Epistemologia, Lógica e Linguagem | Editado por Olga Pombo, Ana Pato e Juan Redmond



A Física e a Ontologia nas Origens da Lógica Temporal

Gil C. Santos

Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa

Bolseiro de pós-doutoramento da FCT/MEC (UID/FIL/00678/2013)

Introdução

A problemática filosófica sobre o devir (*genesis*), como processo de mudanças (*metabolê, kinêsis*), o tempo (*chrônos*), a substância permanente ou persistente (*ousia*), e as entidades (*ta onta, pragmata*) susceptíveis de persistir e de mudar remonta às próprias origens da filosofia na Grécia antiga.

Fosse ela entendida como um princípio (*archê*) universal, activo, permanente e subjacente à gènesis, à corrupção e às mudanças de todas as coisas – tal como se entendeu no quadro da concepção milésia da *physis* –, fosse ela entendida como uma causa formal ou organizacional (*eidos*), imanente e ontologicamente individuada, da consistência ôntica, da unidade e da identidade de cada coisa singular – de acordo com a concepção aristotélica¹ –, através da noção de substância (*ousia*) procurou-se fornecer um primeiro tipo de resposta ao problema da conciliação da permanência com o devir. De Parménides a Heraclito e aos Atomistas, as diferentes concepções de ser ou substância propostas corresponderam a diferentes teorias e concepções do devir e da permanência².

O desenvolvimento da filosofia grega ilustra bem que entre as diferentes categorias de *entidades* fundamentais propostas pelas mais variadas ontologias, e a concepção das próprias noções de *mudança*, de *persistência* e de *identidade diacrónica*, bem como até a discussão sobre a

¹ Cf. Aristóteles, *Metaphysics*, VII, 17, 1041 a-b 11-14.

² “The beginnings of an awareness of the problem of change can be traced back to Milesian speculation about the primary substance” (Lloyd, 1970, *Early Greek Science*, p. 36). Para uma análise breve das diferentes noções de substância, dos seus significados e das questões que elas suscitam, *vide* Lowe, 1988, *Substance*, 255-278; e Wiggins, 2016, *Continuants: Their Activity, Their Being and Their Identity*, 41-70.

própria (ir)realidade objectiva destas noções, há uma relação de codependência e determinação recíproca.

Foi esta mesma estrutura problemática que reemergiu, com particular vigor e de uma forma original, a partir dos inícios do séc. XX, no contexto de uma interpretação sobre o significado e o alcance *ontológicos* outorgáveis à Teoria da Relatividade Restrita (TRR) de Einstein, bem como no contexto de uma controvérsia sobre as suas possíveis consequências para o domínio da *Lógica*.

Mais concretamente, o problema centrou-se no debate em torno das razões filosóficas e científicas que justificariam, ou não, a construção de uma lógica temporal, e sobre que tipo de lógica temporal mereceria ser construído, tendo em conta as concepções de tempo, de devir e dos objectos que eram atribuídas à TRR. Ora, esta controvérsia viria a ter um papel relevante na história contemporânea da Lógica, na medida em que ela suscitou o debate acerca do próprio estatuto disciplinar da Lógica, quer quanto às suas relações de dependência e/ou de autonomia face à ontologia e às ciências naturais, quer quanto à definição do seu objecto de estudo próprio.

1 | A Ontologia Quadri-extensionalista

No contexto da filosofia contemporânea da lógica, a avaliação da possibilidade de construção de uma lógica temporal reflectiu, em boa medida, a controvérsia que se estabeleceu em torno do significado e do alcance ontológicos atribuíveis à TRR. Este debate foi protagonizado por Arthur Prior e Willard Quine.

No que diz respeito ao debate propriamente ontológico, duas posições opostas emergiram entre os filósofos (impropriamente chamados quadri-dimensionalistas) que – como Quine – defenderam que a TRR exigia uma redefinição fundamental das noções pré-relativistas de tempo e devir, assim como da natureza, da identidade e da persistência dos objectos³,

³ Esta perspectiva geral remonta a Bertrand Russell, desde a publicação de *Our Knowledge of the External World* (1914), de *The ABC of Relativity* (1925) e de *The Analysis of Matter* (1927), tendo sido posteriormente desenvolvida por Rudolf Carnap, em *Der logische Aufbau der Welt* (1928), por Hans Reichenbach, em *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre* (1928) e em *The Direction of Time* (postumamente publicada em 1956) e, mais recentemente, por autores como J. J. C. Smart, W. Quine, David Lewis, Mark Heller ou Theodore Sider.

e aqueles filósofos (impropriamente chamados tri-dimensionalistas) que – como Prior – defenderam a conservação, em termos gerais, de tais noções – seja, porque criticavam a própria interpretação da TRR promovida pelos primeiros, seja porque recusavam à TRR a única ou a definitiva palavra sobre o que é o tempo, o devir, a identidade e a persistência dos objectos.

De acordo com a primeira perspectiva, uma metafísica que pretenda ser minimamente consistente com os desenvolvimentos da ciência contemporânea deve assumir, em acordo com a TRR,

(1) a defesa de uma ontologia fundamental de *acontecimentos*, à luz da qual as noções clássicas de objecto, identidade e mudança deverão ser reformuladas; e

(2) a defesa de uma ontologia fundada numa representação geocronométrica⁴ da realidade física que conduzirá a uma identificação sumária entre as noções de *dimensão* e *extensão* e, por essa via, a uma concepção extensional (por analogia com o espaço) da dimensão temporal e da persistência dos objectos.

Eis o argumento de base: num universo onde os acontecimentos são tidos como as entidades fundamentais, e as dimensões do espaço e do tempo se encontram interligadas numa estrutura físico-geométrica única – o ‘espaço-tempo’ –, os objectos persistentes devem ser concebidos como séries de acontecimentos, i.e., como estruturas, não apenas espacialmente, mas também temporalmente *extensas*. São entidades quadri-extensionais.

Pese embora esta perspectiva seja comumente conhecida como quadridimensionalista, e a sua oposta, tridimensionalista, tais designações são equívocas e enganadoras. As noções de ‘dimensão’ e ‘extensão’ só se equivalerão à luz de uma assimilação sumária da física à geometria. Porém, a noção de dimensão diz apenas respeito ao número de coordenadas necessárias para a *localização* de um qualquer fenómeno, e neste sentido *qualquer* tipo de entidade é quadridimensional – sejam acontecimentos (não persistentes), sejam objectos duradouros, processos, relações, etc.

⁴ Como sublinhou M.-A. Tonnelat, ao passo que a geometria cartesiana deixava o tempo de fora, reduzindo a sua geometria à pura extensão, a geometria relativista inclui e integra o tempo como uma dimensão própria no seu *continuum* métrico. Cf. Tonnelat, 1971, *Histoire du Principe de Relativité*, 455; Merleau-Ponty e Morando, 1971, *Les Trois Étapes de la Cosmologie*, 201, n. 1; Lévy-Leblond, 1996, *Aux Contraires – L'exercice de la pensée et la pratique de la science*, 135; e Lochak, 1994, *La Géométrisation de la Physique*.

Nada aqui há que justifique – como ironizava Einstein – a irrupção de “um sentimento não diferente daquele que é despertado pelos pensamentos do oculto”, quando se ouve falar em coisas quadridimensionais. Para perceber isto bastará tomar em consideração os esclarecimentos reiteradamente feitos pelo próprio Einstein. Por exemplo:

“É um erro largamente difundido julgar que a teoria da relatividade terá, num certo sentido, descoberto pela primeira vez ou, em qualquer caso, introduzido de uma nova forma, a quadridimensionalidade do *continuum* físico. Isto não é obviamente o caso. A mecânica clássica também se baseia no *continuum* quadridimensional do espaço e do tempo”⁵. Com efeito, “[m]esmo na física clássica, um acontecimento é localizado por quatro números, três coordenadas espaciais e uma coordenada temporal; a totalidade dos ‘acontecimentos’ físicos era então concebida como imersa numa diversidade contínua quadridimensional”⁶.

A noção de quadridimensionalidade *não* visa, pois, uma nova ontologia da estrutura material do nosso mundo e dos corpos físicos. É uma simples questão de *métrica*. Acresce que o facto de o tempo-coordenada ser representado como um eixo cartesiano num espaço a quatro dimensões não faz do tempo uma dimensão física cujas propriedades sejam assimiláveis às do espaço, tornando-se assim também uma dimensão extensional⁷. Daí, que a oposição ontológica real seja

⁵ Einstein, 1949, *Autobiographical Notes*, 57.

⁶ Einstein, 1954, *Relativity – The Special and the General Theory*, 151. Einstein reforça esta ideia: “The non-mathematician is seized by a mysterious shuddering when he hears of ‘fourdimensional’ things, by a feeling not unlike that awakened by thoughts of the occult. And yet there is no more common-place statement than that the world in which we live is a fourdimensional space-time continuum. Space is a three-dimensional continuum. By this we mean that it is possible to describe the position of a point (at rest) by means of three numbers (co-ordinates) x, y, z , and that there is an indefinite number of points in the neighbourhood of this one, the position of which can be described by co-ordinates such as x_1, y_1, z_1 , which may be as near as we choose to the respective values of the co-ordinates x, y, z , of the first point. In virtue of the latter property we speak of a ‘*continuum*’, and owing to the fact that there are three coordinates we speak of it as being ‘three-dimensional’. Similarly, the world of physical phenomena which was briefly called ‘world’ by Minkowski is naturally four dimensional in the space-time sense. For it is composed of individual events, each of which is described by four numbers, namely, three space coordinates x, y, z , and a time co-ordinate, the time value t .” (Einstein, 1954, *Relativity – The Special and the General Theory*, 56-57).

⁷ Cf. Norton, 2015, *What Can We Learn about the Ontology of Space and Time from the Theory of Relativity?*, 194-195.

entre quadri-extensionalistas e tri-extensionalistas. A controvérsia ontológica reside na questão de se saber se a dimensão física de tempo constitui-se, também ela, como um tipo de *extensão*.

Porém, a confusão que se instalou entre estas noções disseminou-se de uma forma tão inesperada e surpreendente que se chegaria ao cúmulo de poder defender-se que os acontecimentos são entidades *tridimensionais*, porque não persistem...⁸. Faltar-lhes-ia a dimensão temporal. É fácil prever a conclusão a que inevitavelmente chegaríamos se seguíssemos esta forma de entendimento: se os acontecimentos são idealmente concebíveis como pontuais, não apenas temporalmente, mas também espacialmente, segue-se que as entidades últimas da realidade física estão privadas de dimensões *físicas*...

Seja como for, é à luz desta ontologia quadri-extensionalista que se elaborará a teoria *perdurabilista* da persistência, de acordo com a qual os objectos persistentes devem ser concebidos como entidades cujas estruturas se prolongam extensionalmente na dimensão temporal, através de uma série de acontecimentos. Neste tipo de representação, qualquer objecto elementar persistente será representado por uma *linha do universo* (*world-line*), ao passo que um corpo composto será representado por um cilindro ou prisma quadrangular (*world-tube*) formado pelas diferentes linhas do universo dos seus múltiplos constituintes. Todos os corpos serão representados como extensões no espaço-tempo, à imagem de um ser cilíndrico e anelídeo (como uma minhoca; *worm-like*), constituído por, e segmentável em, diferentes *partes temporais*.

Neste sentido, um objecto não persiste, porque e enquanto consegue conservar uma mesma e única identidade no curso da sua evolução, apesar das mudanças (quantitativas e qualitativas) a que está naturalmente sujeito. Ao invés, um objecto persiste, porque existe uma relação de *continuidade* espacio-temporal e causal (chamada

⁸ "It is perfectly possible to think of things and processes as four-dimensional space-time entities. The instantaneous state of such a four-dimensional space-time solid will be a three-dimensional 'time-slice' of the four-dimensional solid. Then instead of talking of things and processes changing or not changing we can now talk of one time slice of a four-dimensional entity *being* different or not different from some other time slice. (Note the tenseless participle of the verb 'to be' in the last sentence.)" (Smart, 1963, *The Space-Time World*, 497).

'genidentidade'⁹) entre diferentes acontecimentos, de tal forma que essa relação de continuidade permitirá encarar essas entidades pontuais, e *numericamente distintas*, enquanto *partes* temporais de um mesmo *todo* temporal chamado *objecto*¹⁰.

Uma ontologia fundamental de acontecimentos é, assim, defendida¹¹. Como escreveu B. Russell, o mundo concebido pela teoria da relatividade "não é um mundo de 'coisas' em 'movimento', mas um mundo de 'acontecimentos'. É verdade que existem partículas que parecem persistir, mas estas (...) devem ser concebidas como séries de acontecimentos interligados, como as notas sucessivas de uma canção. Os *acontecimentos* é que constituem a matéria-prima da física da

⁹ O termo genidentidade (*Genidentität*) foi um termo originalmente criado pelo psicólogo alemão Kurt Lewin, no seu trabalho *Der Begriff der Genese in Physik, Biologie und Entwicklungsgeschichte*, de 1922. Lewin pertenceu, tal como Reichenbach, à Sociedade de Filosofia Empírica (mais tarde, renomeada Científica) de Berlim – sociedade, essa, que manteria uma cooperação importante com o Círculo de Viena. No contexto da problemática da persistência e da identidade diacrónica dos objectos, o termo 'genidentidade' foi pela primeira vez usado por Reichenbach, na sua *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*, interpretando-a como uma conexão *causal* estabelecida pela transmissão de sinais de luz. Mais tarde, Reichenbach viria a defender uma teoria da genidentidade *funcional*, para dar conta da realidade sub-atômica. Cf. Reichenbach, 1956, *The Direction of Time*, 226-236. Rudolf Carnap, Bertrand Russell e muitos outros filósofos quadri-extensionalistas viriam também a adoptar a teoria da genidentidade, se bem que sob modalidades por vezes distintas. A teoria da genidentidade não viria, todavia, a conseguir superar o carácter vago e inconclusivo das condições que ela reclamaria como necessárias (continuidade espacio-temporal e causal), nem a evitar incorrer num círculo vicioso ao ter de pressupor a identidade do todo para poder identificar uma continuidade *qualitativa* entre as suas partes numericamente distintas entre si. O reconhecimento dos limites desta teoria da identidade acabaria, finalmente, por conduzir à grande fuga em frente chamada 'universalismo mereológico' ou 'princípio de composição irrestrita'. Doravante, *qualquer* colecção de porções de matéria conta como *um objecto*, e qualquer par de objectos forma um outro objecto como o todo mereológico desse par. Ou seja, na impossibilidade de se determinar critérios precisos de genidentidade entre partes ou fases que nos permitam *determinar* as relações de continuidade que representam, *distinguindo-as* das séries que não representam, a existência de objectos persistentes, a adesão ao *anything goes* do 'princípio de composição irrestrita' pareceu ser a única saída viável para filósofos como W. Quine, D. Lewis, M. Heller, M. Jubien, M. Rea, H. Hudson ou T. Sider.

¹⁰ "Some philosophers believe that everyday objects are four-dimensional space-time worms, that a person (for example) persists through time by having temporal parts, or stages, at each moment of her existence. None of these stages is identical to the person herself; rather, she is the aggregate of all her temporal parts. (...) The metaphysical view (...) called 'four-dimensionalism' (...) may be stated roughly as the doctrine that temporally extended things divide into temporal parts." (Sider, 1996, *All The World's A Stage*, 433).

¹¹ Cf. Sider, 2001, *Four-Dimensionalism – An Ontology of Persistence and Time*, 53 e 79-80.

relatividade¹². Em vez da permanência de um corpo material, temos uma 'linha do universo' que não é mais do que uma série de acontecimentos causalmente interligados¹³.

Carnap comparará um objecto persistente a um comboio, cujas carruagens seriam as suas partes temporais¹⁴. Reichenbach afirmaria que "uma coisa é uma série de acontecimentos que se sucedem no tempo"¹⁵. Isto significa, como bem observou Quine, que os objectos clássicos passam a ser tratados como coisas processuais (*process-things*): "[o]s objectos físicos, concebidos quadridimensionalmente no espaço-tempo, não se distinguem de acontecimentos ou, no sentido concreto do termo, de processos"¹⁶. Como dirá mais tarde David Lewis, um objecto persistente é um agregado de fases interrelacionadas, ou uma classe de fases, ou uma sequência ordenada de fases ou partes temporais, ou ainda uma "soma mereológica, de tal forma que as fases são literalmente partes do objecto persistente"¹⁷. Quine descreve, desta forma, a representação quadri-extensionalista dos objectos que resulta da espacialização do tempo: "Um corpo é (...) visualizado, de um ponto de vista eterno, como um todo quadridimensional que se estende para cima e para baixo, para norte e para sul, para leste e para oeste, para o antes e para o depois"¹⁸.

Esta é a representação mais literalmente geométrica e extensional da dimensão temporal que é possível oferecer. Lewis preferiu a descrição por analogias: o "perdurar [de um objecto] corresponde ao modo como uma estrada persiste através do espaço; uma das suas partes está aqui, outra das suas partes está ali, e nenhuma das suas partes está integralmente presente em dois locais diferentes"¹⁹. Ou ainda, e de uma forma mais

¹² Russell, 1925, *The ABC of Relativity*, 222-223.

¹³ Russell, 1927, *The Analysis of Matter*, 244-245. Cf. igualmente: Russell, 1948, *Human Knowledge*, 337.

¹⁴ Carnap, 1928, *The Logical Structure of the World*, § 159, 252-253.

¹⁵ Reichenbach, 1956, *The Direction of Time*, 224.

¹⁶ Quine, 1960, *Word and Object*, § 36, 171.

¹⁷ "A continuant person is an aggregate of person-stages, each one I-related to all the rest (and to itself). For short: a person is a an I-interrelated aggregate." (Lewis, 2001, *Survival and Identity*, 399). Numa nota a este passo, acrescenta Lewis: "It does not matter what sort of 'aggregate'. I prefer a mereological sum, so that the stages are literally parts of the continuant. But a class of stages would do as well, or a sequence or ordering of stages, or a suitable function from moments or stretches of time to stages." (Lewis, 2001, *Survival and Identity*, 418, n. 4).

¹⁸ Quine, 1970, *Philosophy of Logic*, 30. Cf. igualmente: Quine, 1987, *Quiddities*, 197.

¹⁹ Lewis, 1986, *On the Plurality of Worlds*, 204.

sugestiva: “um objecto persistente é como um desfile: primeiro aparece uma das suas partes, depois aparece outra” (ressalvando-se, porém, que “a maioria dos objectos persistentes são muito mais contínuos que a maioria dos desfiles”)²⁰.

Quanto à noção de mudança, esta mereceu alguma discórdia no próprio seio dos ontólogos quadri-extensionalistas. Por exemplo, ao passo que J.J.C. Smart defendeu explicitamente uma perspectiva estática da realidade, sem lugar a processos de mudança (na TRR, o tempo não é abolido, mas integrado como uma dimensão estática, não envolvendo, nem mudanças, nem alterações, nem permanência de identidades)²¹, Quine procuraria afirmar a compatibilidade do quadri-extensionalismo, e da espacialização do tempo, com a mudança – pese embora esta devesse ser representada de um ponto de vista estático e intemporal. Com efeito, diz Quine, falar da mudança de um corpo é dizer que as suas partes temporais mais recentes diferem das suas partes temporais mais remotas, tal como uma parte espacial de um corpo pode distinguir-se de outra parte espacial do mesmo corpo²².

2 | O Tempo na Lógica

Que consequências deverão ser extraídas desta interpretação ontológica da TRR para o domínio da Lógica? Justificar-se-á uma lógica temporal dinâmica, quando esta noção de tempo parece ter sido rejeitada pela TRR? E em que termos poder-se-á justificar a representação lógica de objectos duradouros, quando os filósofos quadri-extensionalistas procuraram mostrar que uma tal concepção havia sido igualmente recusada por esta teoria física?

²⁰ Lewis, 2002, *Tensing the Copula*, 1.

²¹ Temos, assim, um universo estático: “quando pensamos quadridimensionalmente, substituímos as noções de ‘mudança’ e de ‘permanência de um mesmo’ pelas noções de ‘semelhança’ e de ‘dissimelhança’ das partes temporais dos sólidos quadridimensionais” (Smart, 1963, 497). Cf., ainda, Smart, 1955, *Spatialising Time*, 239-241.

²² “Change is still there, with all its fresh surprises. It is merely incorporated. To speak of a body as changing is to say that its latter stages differ from its earlier stages, just as its upper parts differ from its lower parts. Its later shape need be no more readily inferred from its earlier shape than its upper shape its lower.” (Quine, 1987, *Quiddities*, 197). Cf. também: Quine, 1981, *Things and Their Place in Theories*, 10.

Para Arthur Prior, a questão deve começar por ser colocada sobre uma outra base: se a Lógica trabalha com proposições ou enunciados (*statements*) e suas relações inferenciais, não há qualquer justificação *lógica* para que ela se limite ao estudo das proposições que expressam verdades imutáveis, por exclusão das proposições sujeitas a flexões verbais temporais (no presente, passado e futuro) e, por conseguinte, susceptíveis de mudar de valor de verdade²³. Acresce que, para Prior, existem 'estruturas' sólidas no mundo da mudança e da sucessão temporal que os lógicos devem saber descobrir. Não há, por isso, qualquer justificação para abandonar o estudo da natureza dinâmica do mundo para os domínios exclusivos das filosofias da existência ou das teorias da argumentação. Mais: segundo Arthur Prior, esse estudo propriamente lógico poderá, inclusivamente, ajudar a uma descrição filosófica mais precisa da realidade do devir e da mudança²⁴.

As razões teóricas que explicam a omissão do tempo na Lógica foram, de resto, distintas ao longo da história²⁵. No caso da Lógica moderna teve, naturalmente, um papel fundamental as motivações teóricas dos seus fundadores, como Frege e Peano: "inventar uma notação simbólica e um conjunto de regras que fossem adequadas para todas as *demonstrações dedutivas* - e, em particular, para a análise das *demonstrações matemáticas*"²⁶.

Quine é disso um bom exemplo. O seu objectivo de intemporalizar o discurso lógico precedeu a reivindicação da (sua interpretação da) TRR.

²³ "Logic deals, at bottom, with statements – it enquires into what statements follow from what – but logicians aren't entirely agreed as to what a statement is. Ancient and medieval logicians thought of a statement as something that can be true at one time and false at another." (Prior, 1996, *Some Free Thinking about Time*, 47). Cf. também: Prior, 1976, *What is Logic?*, 128-129.

²⁴ "Propositions which are subject to tense-inflections, such as 'I am falling out of a boat', are liable to be true at one time and false at another. Certainly there are unchanging truths, but there are changing truths also, and it is a pity if logic ignores these, and leaves it to existentialists and to comparatively informal 'dialecticians' to study the more '*dynamic*' aspects of reality. There are clear, hard structures for formal logicians to discover in the world of change and temporal succession. There are practical gains to be had from this study too, for example in the representation of time-delay in computer circuits, but the greatest gain that logic of tenses brings is the accurate philosophical description of the reality of the passage of time." (Prior, 1996, *A Statement of Temporal Realism*, 46).

²⁵ Por exemplo, vários projectos de eliminar o tempo na Lógica foram desenvolvidos, desde a segunda metade do século XIX, seja pela inserção do tempo como um elemento do termo geral que representa a propriedade, seja por considerá-lo como parte do sujeito. Em qualquer uma destas opções, os valores de verdade das frases tornam-se, assim, imutáveis. Cf. Prior, 1957, *Appendix A: Tenses and Truth in the History of Logic*, 104-122.

²⁶ Putnam, 1988, *Lógica*, 27.

Em *Elementary Logic*, Quine já avançava com o programa de eternizar as frases, tratando-se aí de um mero problema de gerência interna do sistema do cálculo lógico. Sendo as indicações temporais do discurso um obstáculo à determinação dos valores de verdade, Quine recusava-se a concebê-las como elementos do cálculo²⁷. Aliás, o próprio Quine nota a independência deste programa face a uma interpretação da TRR, notando que Russell já havia manifestado semelhante preocupação em eliminar o tempo da linguagem lógica nos *Principles of Mathematics*, de 1903 – i.e., antes da publicação do primeiro trabalho de Einstein sobre a relatividade²⁸.

Sucede, todavia, que a esta razão de índole propriamente (ideo)lógica viria a somar-se, reforçando-a, a invocação da TRR²⁹. Com efeito, quando se tratou de confrontar a possibilidade de construção de uma lógica temporal com a interpretação que Quine acolhia da TRR, escreveu o filósofo: “uma lógica das flexões temporais (*logic of tense*) é uma enorme trivialidade que não se justifica, se a nossa preocupação se limitar ao *uso científico* da linguagem, e não ao estudo científico dela”³⁰.

Porém, quando não se trata de definir o objecto de estudo e os objectivos disciplinares da Lógica em função de pressupostos *extra*-lógicos ou metafísicos, é-se levado a encarar o pensamento e o discurso humano enquanto tais, procurando determinar as estruturas e as condições próprias de formalização das suas diferentes *formas* de representação e expressão da realidade. Daí, surge o problema *propriamente lógico* de estudar o tempo, tal como este é representado e expresso no e pelo *logos*.

Como lucidamente observou J.-L. Gardies, “se a lógica restringir as suas pretensões à fundamentação das estruturas matemáticas já elaboradas antes de si, ela não terá que considerar o tempo. Se, pelo contrário, ela

²⁷ “logical analysis is facilitated by requiring rather that each *statement* be true once for all or false once for all, independently of time. This can be effected by rendering verbs tenseless and then resorting to explicit chronological descriptions when need arises for distinctions of time.” (Quine, 1941, *Elementary Logic*, §2, 6).

²⁸ Cf. Quine, 1960, *Word and Object*, § 36, 172.

²⁹ “Einstein’s discovery and Minkowski’s interpretation of it provided an essential impetus, certainly, to spatiotemporal thinking, which came afterward to dominate philosophical constructions in Whitehead and others. But the idea of paraphrasing tensed sentences into terms of eternal relations of things to times was clear enough before Einstein”. Todavia, acrescenta Quine, a descoberta de Einstein – “that space and time are distinguishable only relative to a velocity” – “leaves no reasonable alternative to treating time as spacelike” (Quine, 1960, *Word and Object*, § 36, 172 e n. 3).

³⁰ Quine, 1970, *Methodological Reflections on Current Linguistic Theory*, 397.

pretender ultrapassar o domínio ao qual as matemáticas tradicionalmente se confinaram, e não aceitar renunciar, *a priori*, qualquer forma de racionalidade, em suma, se nada de racional lhe for estranha, então, ela não se reconhecerá no direito de prescindir de uma consideração do tempo³¹.

Ora, não apenas toda a existência humana, como todas as ciências não-formais, são marcadas pela dinâmica temporal de processos objectivos de persistência e de mudança. O problema colocava-se, portanto, na possibilidade de resposta por parte da Lógica, como teoria formalizante do *logos* humano. Georg von Wright observava, a este respeito, em 1968, que um aspecto característico do desenvolvimento da filosofia no pós-guerra era o crescente interesse em conceitos e em problemas respeitantes à *praxis* humana, numa nova atenção à dinâmica da mudança e da acção no nosso mundo. Ora, não é surpreendente que esse novo interesse da filosofia na *acção* humana, em geral, viesse também a reflectir-se, mais cedo ou mais tarde, na própria Lógica³².

Como observava, ainda, Georg Henrik von Wright (ao qual devemos os primeiros passos para a construção da lógica deontica e de uma teoria lógica da acção), tratava-se da necessidade da Lógica superar os limites anquilosantes da sua representação *estática* do mundo, onde as coisas simplesmente possuem, ou não possuem, certas propriedades³³. Foi a esta concepção do devir que Prior se referiu como a intemporal "*tapestry view of time*"³⁴.

Acresce, por fim, que não apenas o pensamento humano põe em jogo *formas* lógico-temporais nas suas operações inferenciais, como é

³¹ Gardies, 1975, *La Logique du Temps*, 12-13.

³² "Traditional logic is, basically, a theory of the conceptual scaffolding of a *static* world. The logical study of the various forms of practical discourse [*scil.* tense-logic, logic of change and action], challenges the need for a theory of the conceptual framework of a *dynamic* world, a world of change and process". Ora, "[a] characteristic feature of the post-war development in philosophy generally is an increased interest in the concepts and problems relating to human action (*praxis*). (...) It is not surprising that the new interest in the philosophy of human action should have become reflected in logic, too" (Wright, 1968, *The Logic of Practical Discourse*, 159 e 141).

³³ "[w]e could say that formal logic, as we know it today, is essentially the logic of a *static* world. Its basic objects are possible states of affairs and their analysis by means of such categories as thing, property, and relation. There is no room for *change* in this world. Propositions are treated as definitely true or false – not as now true, now false. Things are viewed as having or lacking given properties and not as changing from, say, red to not-red." (Wright, 1963, *Norm and Action – A Logical Inquiry*, vii).

³⁴ Prior, 1996, *Some Free Thinking about Time*, 47.

mesmo possível descobrir formas ou “esquemas especificamente temporais de raciocínio”³⁵.

Já em 1903, observava Charles Peirce: “[o] tempo foi habitualmente considerado pelos lógicos como um tema ‘extra-lógico’. Nunca partilhei essa opinião. Todavia, pensei que a lógica não tinha ainda alcançado um estado suficiente de desenvolvimento para que a introdução de modificações temporais nas suas formas não conduzisse a uma grande confusão”³⁶.

Este foi justamente o objectivo que Arthur Prior assumiu para o seu trabalho, a partir dos anos 50 do século XX: procurar construir uma ‘*lógica temporal flexionada*’ (*tense logic*), i.e., uma lógica construída a partir de proposições nas quais o tempo é expresso pelas flexões temporais dos verbos no presente, no passado e no futuro (e exceptuando, por conseguinte, o infinitivo, o particípio e o gerúndio). Adoptando, como sua linguagem própria, as noções relacionais da série temporal A (na classificação de McTaggart), esta lógica passará a trabalhar com proposições temporais susceptíveis de mudar de valor de verdade, e de representar, por esta via, a realidade objectiva do devir enquanto processo de mudanças.

Nesta ordem de ideias, será fácil compreender que Prior se tenha oposto ao *artifício conceptual* de uma linguagem lógica na qual os sujeitos se transformam em ‘partes temporais’ de objectos, e em que a noção de mudança desapareça para dar lugar a uma representação de meras ordenações de ocorrências estáticas e numericamente distintas entre si. Assim, diz Prior: “um dos objectivos da lógica temporal flexionada é, precisamente, facilitar o discurso acerca dos objectos persistentes, e outro dos seus objectivos é, precisamente, evitar a introdução de pseudo-entidades como ‘eu-em-*t*’, ‘eu-em-*t*’, etc; por conseguinte, um lógico das flexões temporais não irá encarar a frase ‘eu era mais magro do que sou agora’ como a expressão de uma comparação entre tais entidades. Com efeito, ‘eu era mais magro do que sou agora’, não significará, certamente, que ‘foi o caso que (eu sou mais magro do que sou)’, uma vez que isso *nunca* foi o caso”³⁷.

³⁵ Gardies, 1975, *La Logique du Temps*, 12-13.

³⁶ Peirce, 1967, *Collected Papers*, vol. IV, § 523, 406.

³⁷ Prior, 1967, *Past, Present and Future*, 169-170.

De facto, se bem que os "objectos individuais tenham, em geral, partes [espaciais] – os homens têm braços, pernas, e por aí adiante –, e estas partes sejam, elas mesmas, objectos de um certo tipo, nós *não* dizemos que os objectos individuais têm partes ou fases *temporais*, da mesma forma que os processos e as histórias as têm. A minha infância, por exemplo, não é uma parte minha, se bem que seja uma parte da minha história; e não é igualmente o caso que uma parte minha foi um rapaz na Nova Zelândia, ao passo que outra parte minha é um homem em Inglaterra; sou *eu* que fui aquele rapaz, e sou *eu* – o mesmo eu – que sou o homem"³⁸.

Prior defenderá, assim, a construção de uma linguagem temporalmente dinâmica dos objectos, enquanto 'substâncias'³⁹, por oposição à linguagem intemporal ou temporalmente estática das partes temporais ou dos acontecimentos pontuais no espaço-tempo⁴⁰. Se as partes temporais ou os acontecimentos não persistem, nem mudam, mas simplesmente ocorrem, é claro que uma lógica fundada em tais entidades só poderá ser estática. Mas os acontecimentos são apenas as *acções* exercidas e sofridas pelos objectos, e não coisas suplementares a ser adicionadas às coisas⁴¹. Por isso é que "aquilo que parece ser um discurso sobre mudanças em acontecimentos é, na verdade, uma forma apenas mais retorcida de falar acerca de mudanças em coisas"⁴².

Como já havia observado J.J.C. Smart, "as coisas mudam, os *acontecimentos* ocorrem"⁴³. De facto, se acontecimentos apenas ocorrem, eles não persistem, e se não persistem tão-pouco poderão mudar. Este foi,

³⁸ Prior, 1968, *Papers on Time and Tense*, 78-79.

³⁹ "In a logic with tenses, it is natural to let them stand for the 'things' of ordinary speech, that is, 'substances' in the old sense, or what W. E. Johnson calls 'continuants', objects such that we can say of each one of them that once it had such and such properties and did and suffered such and such things, that now it – *the very same object* – has such and such other properties and does and suffers such and such other things, and in the future it – *the very same object* – will have different properties again, and do and suffer different things" (Prior, 1968, *Papers on Time and Tense*, 78).

⁴⁰ Cf. Prior, 1976, *Thank Goodness That's Over*, 78-84.

⁴¹ "events are just what what things do and what happens to them. The truth that I once fell out of a boat is not a truth about a falling-out-of-a-boat, but a truth about me, and about a boat. To say that this event is no longer present but only past is simply to say that although I *was* once falling out of a boat, I am not falling out of one now. I am a real object, and I did really fall, but my falling is not an additional real object" (Prior, 1996, *A Statement of Temporal Realism*, 45).

⁴² Prior, 1968, *Papers on Time and Tense*, 10-11.

⁴³ Smart, 1949, *The River of Time*, 216.

aliás, um dos problemas no célebre argumento de McTaggart contra a realidade daquilo que ele considerou ser o 'tempo' – a saber, conceber os acontecimentos como os candidatos a serem os sujeitos da mudança. O segundo problema foi o de conceber o tempo, ele mesmo, como uma *propriedade*. McTaggart definiu a mudança como a posse sucessiva, por partes dos acontecimentos, dos próprios momentos temporais: o acontecimento *a* muda, porque *a* começa por *ser futuro*, depois *é presente* e finalmente *é passado*. O terceiro problema foi o acolhimento da perspectiva eternalista, segundo a qual os acontecimentos persistem e mudam, à medida que se deslocam ou devêm no 'rio' do tempo, desde o mais longínquo futuro, até chegarem ao presente e, depois, afastarem-se para um passado cada vez mais remoto. Na verdade, com o seu argumento, McTaggart apenas conseguiu provar a irrealidade das suas próprias noções de tempo e de mudança.

Mas de entre este grupo de problemas, deve sublinhar-se, a meu ver, a clássica indistinção (não exclusiva de McTaggart) entre tempo e devir – indistinção, essa, que explica a reiteração de equívocas expressões como '*a passagem do tempo*' e de ininteligíveis questões como '*o tempo flui?*', o '*tempo é real?*', "*o tempo é estático ou dinâmico?*", se e quando lidas num sentido literal, e não no seu sentido meramente figurativo ou metafórico. Com efeito, o tempo não está, ele mesmo, em devir. Se o tempo se movesse, poderíamos naturalmente colocar a hipótese de ele abrandar e acelerar o seu ritmo de passagem, e de perguntar a que velocidade se move o tempo. Mas isso seria atribuir ao tempo uma certa quantidade de movimento num certo período de tempo, necessariamente medido por relação a um outro tempo – uma espécie de *super-tempo*. Este problema não é, todavia, inédito. Já Aristóteles havia observado, na *Física*, que o tempo não passa, nem se move, porque tempo não é, ele mesmo, susceptível de ser medido pelo tempo⁴⁴. A meu ver, é por isso importante ter bem clara a distinção entre:

– o *devir*, concebido como *processo causal de mudanças*, através do qual se operam as substituições de propriedades contrárias que, sob a mesma relação, se configuram como incompatíveis, ou mutuamente exclusivas, num mesmo sujeito; e

⁴⁴ Cf. Prior, 1968, *Changes in events and changes in things*, 1-14; Prior, 1958, *Time after time*, 244-246; e Aristóteles, 1957-1960, *Physics*, IV, 220b e segs.

– o *tempo*, concebido como *estrutura* que permite relacionar qualitativamente (em termos das noções distinguidas nas séries temporais A e B) e medir (em termos numéricos) os momentos desse devir, em termos de durações, intervalos e taxas de variação⁴⁵.

2.1 | A forma lógica das frases temporais

É no contexto da possibilidade de construção de uma lógica temporal que se torna fundamental enfrentar o problema da determinação da ‘forma lógica’ das frases temporais singulares. Como é bom de ver, “não se trata de uma mera escolha entre notações”, mas de uma escolha “entre genuínas alternativas filosóficas”⁴⁶. Como observou Mark Johnston, o problema da *existência temporal*, tal como ele é *formalmente* representado, consiste em “explicar o papel da qualificação temporal nas nossas predicções de mudança, onde explicar não significa apenas optar por um certo estilo na introdução dos símbolos ‘*t*’ e ‘*t**’, mas defender as concepções que acerca das propriedades, da natureza do tempo e da natureza dos individuais persistentes, justificam esse estilo”⁴⁷.

Dentre as múltiplas *formas* de analisar as frases temporais singulares⁴⁸, merecerá a pena destacarmos os seguintes quatro tipos de determinação das formas lógicas, porque elas atribuem diferentes *funções* ao tempo no quadro do discurso proposicional, incidindo, ora no *sujeito*, ora no *predicado*, ora na própria operação lógica de *predicação*.

1. ‘*a-em-t* é F’ ou ‘F(*a-em-t*)’. Esta forma lógica é defendida pelos defensores da ontologia quadri-extensionalista e da teoria perdurabilista da persistência. O indicador temporal incide sobre o sujeito, denotando, não um

⁴⁵ Cf. Barreau, 1988, *Temps et devenir*, 5-36.

⁴⁶ Cf. Poidevin, 1991, *Change, Cause and Contradiction. A Defense of the Tenseless Theory of Time*, p. 62; e Hawley, 2001, *How Things Persist*, 9-24.

⁴⁷ Johnston, 1987, *Is There a Problem about Persistence?*, 115.

⁴⁸ Por exemplo, para além dos quatro tipos de análise aqui descritos, dois outros foram propostos: 1) a análise pela *datação*: o tempo é expresso por uma data específica, permitindo intemporalizar a operação de predicação (esta foi a opção tomada por Frege, no seu ensaio *Der Gedanke*); e 2) a análise ‘espécime-reflexiva’ (*‘token-reflexive analysis’*) do tempo gramatical: este tipo de análise também permite intemporalizar o tempo gramatical, introduzindo datas e uma referência ao tempo do acto locutório. Esta última abordagem foi originalmente proposta por Reichenbach, em *Elements of Symbolic Logic* (§§ 50 e segs.). Para uma crítica de Prior a estas duas abordagens, *vide* Prior, 1976, *Thank Goodness That’s Over*, 78-84; e Prior, 1968, *On spurious egocentricity*, 15-25.

objecto duradouro que no curso da sua evolução conserva a sua identidade numérica própria, mas uma 'parte temporal' de um objecto ('*a-em-t*');

2. '*a é F-em-t*'. O tempo incide directamente sobre as propriedades significadas pelos **termos gerais** dos predicados lógicos, indexando-as a um momento temporal específico⁴⁹;

3. '*R_F(a, t)*'. Os predicados são representados como *relações* diádicas entre tempos e objectos⁵⁰;

4. '*a é-t-mente-F*'. O tempo é expresso sob a forma de um *advérbio* que incide sobre a operação de *predicação*⁵¹.

Mark Johnston, tal como Prior, defendeu esta última solução, apresentando-a, porém, como uma temporalização da *cópula*⁵². É importante referir esta perspectiva particular, porque ela permitir-nos-á compreender a especificidade da natureza da opção *adverbial*. Naturalmente, esta subtilidade não altera a natureza da opção; todavia, ela cria ambiguidades e problemas desnecessários. Em primeiro lugar, é indiscutível a existência de frases predicativas no qual o nexos proposicional não é fabricado por uma *cópula*, enquanto terceiro elemento distinto do sujeito e do termo geral que significa uma propriedade. Isto sucede em todos os casos em que o verbo desempenha, ele mesmo, a função de signo da propriedade (por ex.: 'O Miguel corre'). Ora, esta é uma questão irrelevante. Como já Aristóteles observara, Mark Johnston nota que, nestes casos, bastará reescrever a frase, decompondo o verbo em *cópula* e *participio*⁵³. Porém, isto só demonstra que a presença de uma *cópula* não é absolutamente necessária para a realização do nexos predicativo. E esta realidade é por si só suficiente para deixarmos de ver na *cópula* o 'segredo' do nexos predicativo. Acresce que esta teoria da *cópula* vem desafiar (desnecessariamente) a análise bipartida da estrutura proposicional elementar, estabelecida na lógica contemporânea por Frege: função proposicional (estrutura insaturada) e argumento. Quando se diz que a

⁴⁹ Wilson, 1955, *Space, Time and Individuals*, 589-98; e Wilson, 1956, 46-8.

⁵⁰ Cf. Mellor, 1981, *Real Time*, 111-14; e Inwagen, 1990, 245-55.

⁵¹ Lowe, 1988, *The Problem of Intrinsic Change: Rejoinder to Lewis*, 72-77; Lowe, 1998, *The Possibility of Metaphysics*, 94-95 e 129-36; Haslanger, 1989, *Endurance and Temporal Intrinsic*, 119-25.

⁵² Cf. Johnston, 1987, *Is There a Problem about Persistence?*, 107-35.

⁵³ Johnston, 1987, *Is There a Problem about Persistence?*, 128. Como já observara Aristóteles, "there is no difference between saying that a man *walks* and saying that a man *is walking*." (*Aristotle – Categories and De Interpretatione*, 21b 9-10, p. 60 – itálicos introduzidos).

expressão adverbial modifica o predicado, isto quer dizer que ela modifica a *função predicativa* do predicado, e *não* a função semântico-lexical do termo geral (que remete para uma propriedade).

Com efeito, por si mesmos, os termos gerais não são predicados, mas significam apenas conceitos. Os termos gerais só adquirem a natureza de predicados quando inseridos no contexto da conexão sintáctico-semântica do discurso predicativo. É neste contexto que os termos gerais ascendem do nível meramente *semântico-lexical* de significação para o nível *alético* do discurso proposicional susceptível de ser verdadeiro e falso. Na perspectiva adverbial de Arthur Prior, o tempo lógico é, pois, concebido como uma modalidade *interna* à própria *operação de predicação*⁵⁴.

De acordo com a primeira opção (1), em cada momento temporal existe uma nova entidade numericamente distinta da que lhe antecede e da que lhe sucederá. Não são, assim, os diferentes sujeitos das frases temporais que *mudam*, mas é antes o putativo objecto quadri-extensional que, como um todo, mudará: '**F(a-em-t₁) & G(a-em-t₂)**'.

Segundo a opção (2), são as próprias propriedades a serem temporalizadas (*properties as time-indexed*). Neste caso, afirmar que um objecto possui uma certa propriedade em *t* é afirmar que o objecto tem *intemporalmente* a propriedade *F-em-t*. A mudança será assim expressa: '**F-em-t₁(a) & G-em-t₂(a)**'.

A solução (3) é dita relacional, porque as propriedades aparentemente tidas como monádicas são, na verdade, relações cujos relata são os sujeitos e os momentos temporais. Para expressar a mudança de *a* ser F num tempo *t*, e G no tempo *t'*, escrever-se-á: '**R_F(a, t₁) & R_G(a, t₂)**'.

De acordo com a última solução (4), o tempo lógico incide, como vimos, sobre a função predicativa do predicado lógico, concebido como um operador modal, sob a forma de um operador proposicional. A mudança poderá ser, assim, expressa: '**Fp & Pp**'; ou melhor: '**P(Fa) & F(Ga)**'; ou ainda: '**a é-t₁.mente-F & a é-t₂.mente-G**'.

Este foi o tipo de análise lógica defendido por Arthur Prior. O tempo deve ser representado por um *operador proposicional*, interpretando a modalidade, não do ponto de vista meta-linguístico, mas

⁵⁴ Neste aspecto, Prior reatualiza a concepção aristotélica acerca da natureza da modalidade. Como escreve Claude Imbert, "Aristote attribue la modalité au rapport entre choses réelles et secondairement à une proposition" (Imbert, 1965, *Connaissance de la logique ancienne*, 350).

da linguagem-objecto: a modalidade incide directamente, não sobre o signo (*de dicto*), mas sobre o seu significado (*de re*)⁵⁵.

Formados a partir do *presente* – se o *presente* é o tempo em que vivemos e produzimos os nossos discursos, o tempo será sempre o ponto de partida das flexões temporais⁵⁶ –, Prior introduzirá quatro operadores proposicionais:

- P:** Foi o caso que (pelo menos uma vez) – *p*
- H:** (até agora) Tem sido sempre o caso que – *p*
- F:** Será o caso que (pelo menos uma vez) – *p*
- G:** (a partir de agora) Será sempre o caso que – *p*

Ao tempo não é, aqui, atribuído o estatuto de argumento que deveria completar a proposição temporal como se esta fosse uma função proposicional – i.e., como ela fosse uma proposição incompleta (como defenderam Frege e Russell). Pelo contrário, retomando a perspectiva de Aristóteles e dos Estóicos, Prior defende que as proposições temporais são proposições *completas* e, por isso, susceptíveis de receber valores de verdade.

Isso significa que, para Prior, o tempo lógico não deve também ser concebido como uma função, cujo argumento seria a proposição – pese embora a notação utilizada omita essa diferença –, uma vez que o tempo *incide* sobre, modificando, a operação de *predicação* interna a uma frase declarativa. Ou seja, o tempo não é um predicado da totalidade da frase, tomada enquanto entidade linguística. O tempo é um operador que exprime o *modo* (temporal) segundo o qual um dado sujeito possui ou

⁵⁵ É, assim, compreensível a crítica que Prior dirige a Wilson, segundo o qual o *t* deveria atravessar o sujeito e a cópula para se fixar no atributo: “The thing means, not ‘The leaf was green-in-August’, but ‘The leaf was-in-August green’. The *t* in fact has not ‘crossed the copula’, but stopped *at* the copula; though it seems to me that *this bridge theory of the copula* is wrong anyway. Write ‘The leaf is green’ in the *modern way* as ‘ ϕx ’; here ‘*x*’ denotes the leaf, ‘ ϕ ’ means ‘is-green’, and there is no copula needed, but if we want one we can put ‘*S*’ for ‘It is the case that –’ before the whole. Then we can think of ‘at *t*’ as neither moving across the copula to the predicate, nor staying with the copula on the way to the predicate, but as moving across the predicate to the copula, and changing ‘It is the case that –’ to ‘It was the case in August that’ (Prior, Thank Goodness That’s Over, 80). Cf. Prior, 1957, Tenses and Truth in the History of Logic, 104-122.

⁵⁶ Como observa Susanne Niemeier, “[t]ense situates the profiled relationship of an utterance with respect to the speaker’s current conception of reality. We live in ‘current reality’, therefore the base of the tense system is the present moment of speech, or ‘speech time’” (Niemeier, 2013, A Cognitive Grammar perspective on tense and aspect, 31).

está privado de uma dada propriedade. O tempo funciona, assim, como um *advérbio*, representando uma modalidade *de re*: “pôr um verbo no passado ou no futuro é exactamente o mesmo que adicionar um advérbio à frase”⁵⁷.

Aliás, segundo Prior, nós tendemos a formar o passado gramatical através da modificação do presente gramatical, como por exemplo, ‘A Rainha Ana morreu’, em vez de dizermos ‘Foi o caso que a Rainha Ana morre’, porque é difícil autonomizarmo-nos da estrutura proposicional clássica ‘sujeito-predicado’ ou ‘nome-verbo’⁵⁸.

Incidindo sobre a operação de *predicação*, o tempo lógico tem, como seu correlato ontológico, a *posse* de uma dada propriedade por um dado objecto. O tempo lógico representa, desta forma, o carácter temporalmente *dinâmico* dos *modos de ser* dos objectos, em função da instanciação e da inerência temporal das propriedades.

É nesta óptica que a Lógica temporal poderá expressar o devir (o processo de mudanças) real e objectivo das entidades persistentes, tal como ele é representado e expresso pelo pensamento e pela linguagem natural⁵⁹.

⁵⁷ Prior, 1968, Changes in events and changes in things, 13. Segundo Prior, “[w]hat we need here is not to introduce the *adjectives* ‘past’, ‘present’, and ‘future’ (...) What we need rather is to introduce *tenses* into logic, and these are not adjectives but modifications of verbs, quite like the modification affected by a negation sign. Just as the truth that I am *not* falling out of a boat may be expressed by writing ‘It is not the case that –’ in front of ‘I am falling out of a boat’, so the truth of that I *was* falling out of a boat may be expressed by writing ‘It was the case that –’ in front of ‘I am falling out of a boat’.” (Prior, 1996, A Statement of Temporal Realism, 46). Aliás, Prior chega mesmo a dizer: “it is only an historical accident that we generally form the past tense by modifying the present tense, e.g. by changing ‘am’ to ‘was’, rather than by tacking on an adverb” (Prior, 1968, Changes in events and changes in things, 8).

⁵⁸ Prior, 1968, Changes in events and changes in things, 10. Cf. Lowe, 2002, Tense and Persistence, 47-48.

⁵⁹ Cf. Rescher & Urquhart, 1971, *Temporal Logic*; Øhrstrøm & Hasle, 1995, *Temporal Logic. From Ancient Ideas to Artificial Intelligence*, sobretudo, cap. 2.5, 167-179; Barringer, Fisher, Gabbay, Gough (eds.), 2000, *Advances in Temporal Logic*; e Øhrstrøm e Hasle, 2006, A. N. Prior’s Logic, 399-446.

3 | Uma lógica temporal flexionada relativista

Mas como pensar a relação desta Lógica temporal com a TRR? Regressemos, para concluir, ao problema das relações entre a Lógica, a Física e a Ontologia.

Segundo Gerald Massey, se a TRR rejeita a noção de uma simultaneidade absoluta, afirmando o carácter relativo de cada ordenação temporal de fenómenos, que sentido fará procurar construir uma lógica temporal? Nenhum, porque esta estará “fundada em má física”⁶⁰. Com efeito, como se justificará, nestes termos, a construção de uma lógica temporal?

A meu ver, existem três tipos de respostas principais que poderão justificar um tal projecto, se bem que eles não se excluam necessariamente.

1. A primeira opção será considerar obsoleta a própria questão. Tendo adquirido o estatuto de ‘disciplina científica autónoma’ no curso da sua evolução histórica, a Lógica assumir-se-á hoje como uma “teoria formalizante do *logos* humano”, detendo como “seu objecto próprio, as leis e as regras estruturadoras da coerência intrínseca do pensamento e do discurso”, e visando determinar e formalizar as estruturas subjacentes às operações do raciocínio, do ponto de vista da sua *forma* e da sua *validade* (i.e., mediante a abstracção do conteúdo e da questão da verdade).

Nesta óptica, à Lógica *não* cumprirá o desígnio de visar (ou de reflectir, como espelho) as formas *ontológicas* da realidade, nem tão-pouco procurar revelar as formas *comuns* à realidade (*modi essendi*), ao pensamento (*modi intelligendi*) e à linguagem (*modi significandi*), reabilitando, por essa via, o projecto de uma *grammatica speculativa*, arduamente prosseguido ao longo dos séculos XIII e XIV. Ao invés, a Lógica trabalha com certas *formas* de *representação* e de *expressão* da realidade no pensamento e no discurso⁶¹. Ora, equacionada nestes termos, porque razão deveria a Lógica restringir-se, dentre as diversas formas de expressão proposicional – como as modais: diacrónicas, aléticas, deônticas, epistémicas –, somente àquela ou àquelas que mais se adequariam aos tipos de discurso e de representação elaborados por certas ciências naturais ou, mesmo, às ontologias por elas estabelecidas?

⁶⁰ Massey, 1969, *Tense logic! Why bother?*, 31.

⁶¹ Cf. Sardo, 2000, *Logos e Racionalidade. Na génese e estrutura da Lógica de Aristóteles*, 58-62.

A questão propriamente *lógica* que, com pertinência, se colocará a propósito de uma lógica temporal será, por conseguinte, a possibilidade de se construir uma lógica apta a dar conta das características e das funções especificamente temporais do pensamento e das línguas naturais – como é o caso paradigmático do ‘aspecto’, que tem o poder de associar informações temporais a modos de acção⁶² –, tendo sempre presente que “o objectivo final de uma formalização do tempo gramatical – como observaram Robert Martin e Frédéric Nef – é escolher as *propriedades formais* do tempo que geram um conjunto de fórmulas *válidas*, e tão próximas quanto possível do conjunto das fórmulas temporais aceites como plausíveis pelos falantes de uma língua”⁶³.

Se bem que Prior tenha sustentado a ideia de que a Lógica não se debruça, primeiramente ou exclusivamente, sobre símbolos ou sobre a linguagem, mas sobre a própria realidade⁶⁴, Prior não deixará de defender que nenhum tipo de discurso pode ser excluído, *a priori*, do domínio da Lógica, pelo facto de ele parecer ser menos estruturado, ou menos apto a ser formalizado, até porque isto trata-se, sobretudo, de “*uma questão de graus*”.

Nada pode, pois, substituir-se ao estudo dos diferentes tipos de discurso e à própria tentativa de os formalizar: “*try it out and see what happens. You can’t settle the question a priori*”⁶⁵.

⁶² Nas línguas naturais, o ‘aspecto’ tanto pode significar ‘eventos’ (situações dinâmicas télicas: processos culminados e culminações), como ‘estados’ (situações estáticas), ‘processos’ (eventos atélicos), ou ainda ‘pontos’ (como eventos temporalmente indivisíveis). Cf. Oliveira, 2003, Tempo e aspecto, 134-138. Para uma abordagem do tempo linguístico e do aspecto, do ponto de vista da ‘gramática cognitiva’, vide Boogaart e Janssen, Tense and Aspect, 803-828.

⁶³ Martin e Nef, 1981, Temps linguistique et temps logique, 10 (itálicos introduzidos).

⁶⁴ “Philosophy, including Logic, is not primarily about language, but about the real world”; “Formalism, i.e. the theory that Logic is just about symbols and not about things, is false. Nevertheless, it is important to ‘formalise’ as much as we can, i.e., to state truths about things in a rigorous language with a known and explicit structure. It is also necessary to pay attention to the structure of our language in order to expose and eliminate philosophical ‘pseudo-problems’ and in order to distinguish real objects from mere ‘logical constructions’” (Prior, 1996, A Statement of Temporal Realism, 45).

⁶⁵ “some subjects do in fact have *more order, more structure, more form*, than others – that some subjects are more capable than others of being handled by means of a formal symbolic calculus – and in these cases it is more proper than in others to speak of a ‘logic’ of the thing. (...) In any case the important point is that these things are a matter of degree, and the only way to discover whether a given field can be handle as a logic, that is as the subject of a calculus, and how far it can be so handled, is to try it out and see what happens. You can’t settle the question *a priori*” (Prior, 1976, What is Logic?, 128-129). Outra via de pesquisa é protagonizada pelo desenvolvimento das ‘lógicas naturais’. Por exemplo, a lógica natural construída por Jean-Blaise Grize apresenta-se como o estudo das *operações lógico-discursivas*

2. A segunda justificação reside na constatação *científica* de que, não apenas a TRR não é uma teoria completa do mundo físico, como ela não esgota a própria concepção física de tempo, existindo outros domínios da física que, em outras escalas e relativamente a outros domínios de aplicação, subscrevem a noção objectiva do devir e da sua ordenação temporal. Como observa Hervé Barreau, substituir o 'mito newtoniano' pelo 'mito minkowskiano', não só é cientificamente indesejável (como qualquer mito o é em ciência), como carece de fundamento científico: "a própria física torna este espaço-tempo [da relatividade] limitado na sua pretensão ontológica"⁶⁶. Se o espaço-tempo relativista fosse o conceito único e derradeiro do espaço e do tempo físicos, o que fazer da actual teoria cosmológica padrão (derivada, aliás, da relatividade geral), onde se trabalha com um tempo cósmico absoluto? Ou, ainda, que sentido teria encerrar definitivamente a mecânica quântica no espaço-tempo relativista, quando este último parece não dar conta da realidade física ao nível quântico da sua organização?⁶⁷

3. A terceira alternativa é conciliatória: mesmo aceitando-se a pertinência das duas primeiras respostas, pode tentar-se construir uma lógica temporal flexionada que se adequa à TRR.

Para se compreender um tal projecto importa, todavia, distinguirmos as duas diferentes ordens de questões que, sobre a natureza das *determinações temporais* no quadro da TRR, podem ser colocadas.

1) Em primeiro lugar há a questão relativa à objectividade do devir e da ordenação temporal dos acontecimentos (i.e., das mudanças) que constroem causalmente a persistência ou a *biografia de cada entidade individual*. Ora, esta objectividade é universalmente garantida pela TRR, em

que intervêm na elaboração de *esquematizações* na prática argumentativa e, por conseguinte, no contexto de relações dialógicas e através da linguagem natural. Cf. Grize, 1996, *Logique naturelle et communications*; e Grize, 2004, *Le point de vue de la logique naturelle: démontrer, prouver, argumenter*, 35-43. Para uma apreciação das diferentes perspectivas (monistas, pluralistas global e local, e instrumentalistas) acerca das relações (desde a eliminação até à integração unificada) entre os diferentes 'sistemas lógicos' existentes, *vide* Haack, 1995, *Philosophy of Logics*, 221-232.

⁶⁶ Barreau, 1988, *Temps et Devenir*, 23.

⁶⁷ Barreau, 1988, *Temps et Devenir*, 24. Acresce que a comunidade científica encontra razões para questionar e, mesmo, para rever certos aspectos da TRR (pelo menos, tal como esta foi originalmente formulada), em virtude dos problemas internos à própria Teoria da Relatividade, bem como das dificuldades empíricas com que ela se confronta. Cf. Selleri (ed.), 1998, *Open Questions in Relativistic Physics*.

virtude da relação de *causalidade* ser um *invariante* relativista, e em função da noção relativista de ‘tempo próprio’ (*Eigenzeit*; representado pelo símbolo τ). Com efeito, este é o tempo – distinto do ‘tempo-coordenada’ (*Zeitkoordinate*; representado pela variável t) – apto a fornecer uma medida *independente* de qualquer referencial. Se, num dado sistema referencial, o acontecimento B tiver sido causado pelo acontecimento A , a ordem temporal entre A e B permanecerá a mesma para qualquer outro sistema referencial. A ordem temporal entre acontecimentos causalmente relacionados é invariante – i.e., é independente das ‘perspectivas’ locais dos diferentes sistemas de referência⁶⁸.

2) Em segundo lugar, há o problema de se reconhecer a existência de *diferentes* ordenações temporais entre acontecimentos *não* causalmente relacionados entre si, por parte dos diversos sistemas de referência. Porém, neste caso é possível correlacionar e traduzir entre si as diferentes medições temporais, através das regras de transformações de Lorentz (nas quais se expressam as invariâncias da velocidade da luz e das leis da Física), sendo assim possível *conhecer* a natureza *objectiva* de tais medições e, bem assim, das distinções associadas entre o que é presente, passado e futuro para cada sistema de referência⁶⁹.

O projecto de construção de uma lógica temporal flexionada que se adequa, sob este segundo aspecto, à TRR, foi desenvolvido por Thomas Müller⁷⁰, a partir de uma perspectiva já ensaiada por Arthur Prior, em “Tense logic and the logic of earlier and later”⁷¹.

Se bem que a TRR recuse o carácter universal da noção de simultaneidade e da ordenação temporal dos fenómenos físicos não

⁶⁸ A natureza *estática* do tempo e a *irrealidade* do devir, ambas frequentemente atribuídas à TRR, são fruto de uma falha em reconhecer a coexistência destas duas noções distintas de tempo no seio da TRR. Cf. Arthur, 2008, *Time Lapse and the Degeneracy of Time: Gödel, Proper Time and Becoming in Relativity Theory*, 207-227; Dieks, 2006, *Becoming, relativity and locality*, 157-176; Lévy-Leblond, 1996, *Aux Contraires – L’exercice de la pensée et la pratique de la science*, 137-8; Barreau, 1980, *Pour le centenaire d’Albert Einstein: Einstein et les concepts d’espace et de temps*, 363; Barreau, 1998, *Le Temps*, 99-101; Whitrow, 1972, *What Is Time?*, 118; e Whitrow, 1980, *The Natural Philosophy of Time*, 348 e 352-355.

⁶⁹ Como Richard Arthur observa, “[t]he relativity of simultaneity entails that no one of these relative times can be privileged as the ‘actual time’, just as Gödel had argued. Nevertheless, each measure of duration is consistently related to any of the others by the Lorentz transformation formulas.” (Arthur, 2008, 209-210).

⁷⁰ Müller, 2004, *The Language of Special Relativity*, 1-9.

⁷¹ Prior, 1968, *Tense logic and the logic of earlier and later*, 116-134.

causalmente relacionados, é possível construir-se uma lógica temporal flexionada apta a representar as múltiplas medições e ordenações temporais feitas pelos diferentes sistemas de referência. A 'lógica dos pontos de vista', ensaiada por Prior em 1968, tornar-se-á, assim, uma 'lógica temporal dos sistemas de referência': "as fórmulas não modalizadas φ da LPV [lógica dos pontos de vista] devem ser interpretadas como '*Neste sistema de referência φ* ' (isto assemelha-se à lógica temporal, onde o simples φ é interpretado como '*É agora o caso que φ* ')"⁷². Cada contexto locutório fornecerá, assim, o seu sistema de referência, como o seu parâmetro próprio de verdade.

Este projecto consiste, assim, em assumir as relações distinguidas pela série temporal A como relativas aos diferentes sistemas de referência. Todavia, com base nas regras de transição (transformações) de Lorentz para o tempo, qualquer observador pode conhecer o carácter objectivo do 'ponto de vista' de um outro observador, estabelecendo uma correlação entre as suas medições respectivas (a passagem de um sistema de referência para outro sistema de referência são mudanças gerais de perspectiva)⁷³:

"a objectividade, entendida como um acordo intersubjectivo entre diferentes sistemas de referência, é totalmente garantida: sabendo 'onde o meu interlocutor está', i.e., sabendo que transformação l conduzirá ao seu ponto de vista, o seu φ pode ser concebido como o meu $[l]\varphi$. Desta forma, poderá estabelecer-se um acordo universal sobre o que é presente, passado e futuro. Reconhecer a natureza indexical de uma determinada característica não significa que esta seja 'relativa'"⁷⁴.

Ao passo que a ordenação temporal de acontecimentos causalmente relacionados é absoluta e universalmente partilhável, no caso de acontecimentos *não* causalmente relacionados, a TRR oferece-nos um mundo de *múltiplas ordenações temporais* possíveis, se bem que objectivas,

⁷² Müller, 2004, 5 (itálicos introduzidos).

⁷³ "In relativity theory, points of view are naturally taken to be inertial frames, and changes between these frames are described by Lorentz transformations. Since we need to consider not only rotations and boosts, but also translations, we have to use the full inhomogeneous Lorentz group, which is also known as the Poincaré group. Thus, for every element (Lorentz transformation) l of the 10-parameter (proper orthochronic) Poincaré group P , we introduce a modal operator $[l]$ " (Müller, 2004, 5).

⁷⁴ Müller, 2004, The Language of Special Relativity, 8; Cf., ainda, Müller, 2006, On the Problem of Defining the Present in Special Relativity: A Challenge for Tense Logic, 441-457; e Müller and Strobach, 2012, A letter on the present state of affairs. Prior, indeterminism and relativity 40 years later, 477.

porquanto ancoradas em diferentes sistemas de referência⁷⁵. Ora, a *legalidade física* dessas múltiplas objectividades, não apenas é ontologicamente afirmada, como é susceptível de ser universal e objectivamente *conhecida*, através das transformações de Lorentz.

É neste sentido que a lógica temporal flexionada dos 'pontos de vista' (dos diferentes 'sistemas de referência') poderá representar e expressar o tempo, tal como ele se manifesta na linguagem natural e em consonância com a TRR⁷⁶.

⁷⁵ Como já havia escrito Prior, "there is a logic of such functors as 'It appears from a certain point of view that -', and one could therefore give a good sense to talk about an infinity of different 'apparent' time-series. I suspect that the infinity of 'local proper times' which figure in relativistic physics amount simply to what appears from various points of view, or in various 'frames of reference', to be the course of events. And given how the course of events appears from a certain point of view, your relativistic physicist will be able to calculate how it will appear from certain other points of view." (Prior, 1968, *Tense logic and the logic of earlier and later*, 133).

⁷⁶ Sobre as relações actuais entre a Lógica temporal flexionada e a Teoria da relatividade, bem como sobre o projecto particular de Thomas Müller, cf. Øhrstrøm e Hasle, 2006, *Modern Temporal Logic: The Philosophical Background*, cap. 8: *Tense Logic and Relativity*, 482-489.

Referências

- Aristóteles**, 1933, *Metaphysics: Books 1-9*, vol. 1, translated by Hugh Tredennick, London: The Loeb Classical Library.
- Aristóteles**, 1957-1960, *Physics*, translated by P. Wicksteed e F. M. Cornford, London: The Loeb Classical Library.
- Aristóteles**, 2002, *Categories and De Interpretatione*, translated with notes by J. L. Ackrill, Oxford: Clarendon Press.
- Arthur**, R.T.W., 2008, Time Lapse and the Degeneracy of Time: Gödel, Proper Time and Becoming in Relativity Theory, In: D. Dieks (ed.), *The Ontology of Spacetime II*. Amsterdam: Elsevier, 207-227.
- Barreau**, H., 1980, Pour le centenaire d'Albert Einstein: Einstein et les concepts d'espace et de temps, *Révue de Métaphysique et de Morale*, 3, 357-369.
- Barreau**, H., 1988, Temps et devenir, *Révue Philosophique de Louvain*, 86, 5-36.
- Barreau**, H., 1998, *Le Temps*, Paris: P.U.F.
- Barringer**, H., **Fisher**, M.; **Gabbay**, D.; **Gough**, G. (ed.), 2000, *Advances in Temporal Logic*, Amsterdam: Springer.
- Boogaart**, R. e **Janssen**, T., 2007, Tense and Aspect, In: D. Geeraerts, H. Cuyckens (eds.), *The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics*, Oxford: Oxford University Press, 803-828.
- Carnap**, R., 1928, *Der logische Aufbau der Welt* (Eng. Trans. *The Logical Structure of the World and Pseudoproblems in Philosophy*, Illinois: Open Court, 2003).
- Dieks**, D., 2006, Becoming, relativity and locality, In: D. Dieks (ed.), *The Ontology of Spacetime*. Amsterdam: Elsevier, 157-176.
- Einstein**, A., 1949, Autobiographical Notes. In: Schillp (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, La Salle, Illinois: Open Court (Reed. 1970).
- Einstein**, A., 1954, *Relativity: The Special and the General Theory*, London–New York: Routledge (Reed. 2006).
- Gardies**, J.-L., 1975, *La Logique du Temps*. Paris: PUF.
- Grize**, J.-B., 1996, *Logique naturelle et communications*. Paris: PUF.
- Grize**, J.-B., 2004, Le point de vue de la logique naturelle: démontrer, prouver, argumenter, In: S. Moirand e M. Doury (eds.), *L'Argumentation aujourd'hui. Positions théoriques en confrontation*. Paris: Presses Sorbonne Nouvelle, 35-43.
- Haack**, S., 1995, *Philosophy of Logics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Haslanger**, S., 1989, Endurance and Temporary Intrinsics, *Analysis*, 49, 19-25.
- Hawley**, K., 2001, *How Things Persist*, Oxford: Clarendon Press.
- Imbert**, C., 1965, Connaissance de la logique ancienne, *Critique*, 35, 342-357.
- Inwagen**, P., 1990, Four-Dimensional Objects, *Noûs*, 24, 245-255.
- Johnston**, M., 1987, Is There a Problem about Persistence?, *Proceedings of the Aristotelian Society*, 61, 107-135.

- Lévy-Leblond, J.-M.**, 1996, *Aux Contraires – L'exercice de la pensée et la pratique de la science*, Paris: Gallimard.
- Lewis, D.**, 1976, Survival and Identity, In: Loux, M., 2011, *Metaphysics – Contemporary Readings*, London and New York: 395-419.
- Lewis, D.**, 1986, *On the Plurality of Worlds*, Oxford: Basil Blackwell.
- Lewis, D.**, 2002, Tensing the Copula, *Mind*, 111, 1-13.
- Lloyd, G.E.R.**, 1970, *Early Greek Science*, London: Chatto & Windus.
- Lochak, G.**, 1994, *La Géométrisation de la Physique*, Paris: Flammarion.
- Lowe, E. J.**, 1988, Substance. In: G.H.R. Parkinson et al. (ed.), *An Encyclopaedia of Philosophy*, London: Routledge, 255-278.
- Lowe, E.J.**, 1988, The Problem of Intrinsic Change: Rejoinder to Lewis, *Analysis*, 48, 72-77.
- Lowe, E.J.**, 1998, *The Possibility of Metaphysics – Substance, Identity, and Time*, Oxford: Clarendon Press.
- Lowe, E. J.**, 2002, Tense and Persistence, In: R. Le Poidevin (ed.), *Questions of Time and Tense*, Oxford: Clarendon Press, 43-60.
- Martin, R. e Nef, F.**, 1981, Temps linguistique et temps logique, *Langages*, 64, 7-20.
- Massey, G. J.**, 1969, Tense logic! Why bother?, *Noûs*, 3, 17-32.
- Merleau-Ponty, J. e Morando, B.**, 1971, *Les Trois Étapes de la Cosmologie*, Paris: Robert Laffont.
- Mellor, D.H.**, 1981, *Real Time*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Müller, T.**, 2004, The Language of Special Relativity, In: R. Bluhm and C. Nitz (eds.), *Selected Papers Contributed to the Sections of GAP (Gesellschaft für Analytische Philosophie) 5*. Paderborn: Mentis, pp. 1-9 (http://www.gap5.de/proceedings/pdf/001-009_mueller.pdf).
- Müller, T.**, 2006, On the Problem of Defining the Present in Special Relativity: A Challenge for Tense Logic, In: F. Stadler, M. Stöltzner (eds.), *Time and History. Proceedings of the 28. International Ludwig Wittgenstein Symposium*. Frankfurt-Lancaster-Paris- New Brunswick: Ontos Verlag, 441-457.
- Müller, T.**, 2011, Tense or Temporal Logic, In: L. Horsten e R. Pettigrew (ed.), *The Continuum Companion to Philosophical Language*. London: Continuum, 324-350.
- Müller, T. e Strobach, N.**, 2012, A letter on the present state of affairs. Prior, indeterminism and relativity 40 years later, *Synthese*, 188, 469-485.
- Niemeier, S.**, 2013, A Cognitive Grammar perspective on tense and aspect, In: R. Salaberry & L. Comajoan (eds.) *Research Design and Methodology in Studies on L2 Tense and Aspect*. Berlin: De Gruyter Mouton, 11-55.
- Norton, J.D.**, 2015, What Can We Learn about the Ontology of Space and Time from the Theory of Relativity?, In: Sklar, L. (ed.), *Physical Theory – Method and Interpretation*, Oxford: Oxford University Press, pp. 185-228.
- Oliveira, F.**, 2003, Tempo e aspecto, In: Mateus, M.H. et al. (ed.), *Gramática da Língua Portuguesa*. Lisboa: Caminho, 127-178.

- Peirce**, C. S., 1967, *Collected Papers*, vol. IV, Cambridge (Mass.): The Balknap Press of Harvard University Press.
- Poidevin**, R., 1991, *Change, Cause and Contradiction: A Defense of the Tenseless Theory of Time*, New York: St. Martin's Press.
- Prior**, A., 1957, Appendix A: Tenses and Truth in the History of Logic, In: *Time and Modality*, Oxford: Clarendon Press, 104-122.
- Prior**, A., 1958, Time after time, *Mind*, 67, 244-246.
- Prior**, A., 1967, *Past, Present and Future*, Oxford: Clarendon Press.
- Prior**, A., 1968, *Papers on Time and Tense*, Oxford: Clarendon Press.
- Prior**, A., 1968, Tense logic and the logic of earlier and later, In: *Papers on Time and Tense*, Oxford: Oxford University Press, 116-134.
- Prior**, A., 1968, On spurious egocentricity, In: *Papers on Time and Tense*, Oxford: Clarendon Press, 15-25.
- Prior**, A., 1968, Changes in events and changes in things, In: *Papers on Time and Tense*, Oxford: Clarendon Press, 1-14.
- Prior**, A., 1976, Thank Goodness That's Over, In: *Papers in Logic and Ethics*, ed. by P.T. Geach and A. Kenny, London: Duckworth, pp. 78-84.
- Prior**, A., 1976, What is Logic?, *Papers in Logic and Ethics*, ed. P. T. Geach e A. J. P. Kenny, London: Duckworth, pp. 128-129.
- Prior**, A., 1996, Some Free Thinking about Time, In: B.J. Copeland (ed.), *Logic and Reality – Essays on the Legacy of Arthur Prior*, Oxford: Clarendon Press, 45-46.
- Prior**, A., 1996, A Statement of Temporal Realism, In: B.J. Copeland (ed.), *Logic and Reality – Essays on the Legacy of Arthur Prior*, Oxford: Clarendon Press, 47-51.
- Putnam**, H., 1988, Lógica, *Enciclopédia Einaudi*, vol. 13: Lógica-Combinatória, Lisboa: INCM, 11-71.
- Quine**, W., 1941, *Elementary Logic*, Cambridge-London: Harvard University Press (Reed. 1980).
- Quine**, W., 1960, *Word and Object*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Quine**, W., 1970, *Philosophy of Logic*, Prentice-Hall: Englewood Cliffs.
- Quine**, W., 1970, Methodological Reflections on Current Linguistic Theory, *Synthese*, 21, 386-398.
- Quine**, W., 1981, Things and Their Place in Theories, In: *Theories and Things*, Cambridge (Mass.)-London: Harvard University Press, 1981, 1-23.
- Quine**, W., 1987, *Quiddities – An Intermittently Philosophical Dictionary*, Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Reichenbach**, H., 1928, *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre* (Eng. Trans.: *The Philosophy of Space and Time*, New York: Dover Publications, 1957).
- Reichenbach**, H., 1956, *The Direction of Time*, ed. by Maria Reichenbach, Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Rescher**, N. e **Urquhart**, A., 1971, *Temporal Logic*, Wien-New York: Springer-Verlag.

- Russell, B.**, 1914, *Our Knowledge of the External World*, London: George Allen & Unwin (Reed. 1952).
- Russell, B.**, 1925, *The ABC of Relativity*, London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. (Reed. 1942).
- Russell, B.**, 1927, *The Analysis of Matter*, London: Routledge (Reed. 1992).
- Russell, B.**, 1948, *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, London, George Allen & Unwin.
- Sardo, F.**, 2000, *Logos e Racionalidade. Na génese e estrutura da Lógica de Aristóteles*. Lisboa: INCM.
- Selleri, F.** (ed.), 1998, *Open Questions in Relativistic Physics – Proceedings of an International Conference on Relativistic Physics and Some of Its Applications (June 25-28, 1997 held in Athens, Greece)*, Montreal: Apeiron.
- Sider, T.**, 1996, All The World's A Stage, *Australasian Journal of Philosophy*, 74, 433-437.
- Sider, T.**, 2001, *Four-Dimensionalism – An Ontology of Persistence and Time*, Oxford: Clarendon Press.
- Smart, J.J.C.**, 1949, The River of Time, In: Antony Flew (ed.), *Essays in Conceptual Analysis*. London: Macmillan - New York, St. Martin's Press, 1966, 213-227.
- Smart, J.J.C.**, 1955, Spatialising Time, *Mind* (64), 239-241.
- Smart, J.J.C.**, 1963, The Space-Time World, In: T. Crane e K. Farkas (eds.), *Metaphysics – A Guide and Anthology*, Oxford: Oxford University Press, 2004, 496-509.
- Tonnellat, M-A.**, 1917, *Histoire du Principe de Relativité*, Paris: Flammarion.
- Whitrow, G.**, 1972, *What Is Time?*, London: Thames and Hudson.
- Whitrow, G.**, 1980, *The Natural Philosophy of Time*, Oxford: Clarendon Press.
- Wiggins, D.**, 2016, *Continuants: Their Activity, Their Being and Their Identity*, Oxford: Oxford University Press.
- Wilson, N. L.**, 1955, Space, Time, and Individuals, *Journal of Philosophy*, 52 (22), 589-598.
- Wilson, N. L.**, 1956, The Indestructibility and Immutability of Substances, *Philosophical Studies*, 7 (3), 46-48.
- Wright, G.**, 1963, *Norm and Action – A Logical Inquiry*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Wright, G.**, 1968, The Logic of Practical Discourse, In: R. Klibansky (ed.), *Contemporary Philosophy/La Philosophie Contemporaine*, vol I: Logic and Foundations of Mathematics, Firenze: La Nuova Italia, 141-167.
- Øhrstrøm, P. e Hasle, P.V.**, 1995, *Temporal Logic: From Ancient Ideas to Artificial Intelligence*. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers.
- Øhrstrøm, P. e Hasle, P.V.**, 2006, A. N. Prior's Logic, In: D. M. Gabbay e J. Woods (eds.), *Handbook of the History of Logic*, vol. 7: *Logic and the Modalities in the Twentieth Century*, Amsterdam: Elsevier, 399-446.

Øhrstrøm, P. e **Hasle**, P.V., 2006, Modern Temporal Logic: The Philosophical Background, In: D. M. Gabbay e J. Woods (eds.), *Handbook of the History of Logic*, vol. 7: *Logic and the Modalities in the Twentieth Century*, Amsterdam: Elsevier, 447-498.