

A RELATIVIDADE DA SIMULTANEIDADE E SUAS POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS FILOSÓFICAS

ELTON MARQUES

Abstract. In this paper, I discuss an argument inspired by the relativity of simultaneity (RoS). That argument purports to establish views such as four-dimensionalism, eternalism and, chiefly, determinism. I will present the most important versions of the argument and point out the differences between them — including Gödel’s version and the idealistic view of time that naturally goes with it. Gödel’s version differs from the others in that he doesn’t endorse determinism. The argument depends crucially on how one interprets Special Relativity (SR). In addition, defenders of the argument make certain semantic and epistemic claims, which lead to an alleged incompatibility between indeterminism and our best theory of time. At the end, I will describe the main reactions to the argument and I will make some general remarks on each of them.

Keywords: Determinism; relativity of simultaneity; Andromeda paradox; eternalism.

Introdução ao argumento

Em 1949, Gödel considerou um resultado da SR, a RoS,¹ como implicando certa concepção acerca do tempo (Gödel, 2006).² Trata-se de uma posição bastante próxima do que foi advogado por um grande número de autores, dentre eles antigos como Parmênides, modernos como Kant (1992) e contemporâneos como McTaggart (McTaggart, 1908). As associações de Gödel têm como resultado aquilo que podemos chamar *idealismo* sobre o tempo. Como definir essa doutrina? A minha proposta é a seguinte: para o idealista, propriedades temporais como as indicadas pelos predicados “passado”, “presente” e “futuro” não são determinações das coisas em si mesmas, mas apenas enquanto percebidas pelo modo particular pelo qual a nossa mente interpreta o mundo. Essa definição sugere que objetos e eventos não são essencialmente temporais. Na tradição advinda de McTaggart, as propriedades em questão (ser futuro, ser presente e ser passado) são ditas essenciais para a própria temporalidade, e são preteridas por relações de um outro tipo, i.e., “ser anterior ou posterior que ...”, “ser simultâneo a ... , etc.”

A narrativa mais comum sobre o tempo o indica como dotado de mobilidade, que corre do presente para o futuro (tal como do passado para o presente). Se Gödel estiver correto, a RoS tem como implicação a inexistência de um fluxo temporal objetivo (Gödel 2006, p.521). Essa tese sugere uma interpretação *eternista*³ da realidade, uma vez que o *presentismo*⁴ reforça a intuição de que o tempo passa. Não

há no artigo de Gödel nenhuma menção a qualquer determinismo ou fatalismo, nem nada a partir do qual se possa inferi-los.

Em alguns dos autores a seguir, a quem geralmente este debate refere, teses filosóficas como o eternismo são assumidas à partida, uma vez que parecem adotar consequências ontológicas cujas interpretações para a SR não são compatíveis nem com o *tridimensionalismo*, nem como o presentismo. Em Rietdijk, em um artigo posterior ao de Gödel em quase duas décadas, faz-se certa relação entre a RoS e outra doutrina filosófica, o determinismo (Rietdijk, 1966). Segundo Rietdijk, o determinismo pode ser inequivocamente associado ao sucesso da primeira relatividade de Einstein (Einstein, 1905). O autor pensa o seu argumento como capaz de suportar o determinismo, sem qualquer distinção que pudesse salvaguardar o livre-arbítrio. O argumento assume o espaço-tempo de Minkowski não apenas como um formalismo útil, mas como uma tese ontológica, com implicações para o mundo.

Posteriormente, em 1967, Putnam pretendeu mostrar que Aristóteles estava errado quando da sua conclusão pelos futuros contingentes (Putnam 1967, p.244). No argumento de Putnam, há uma opção semântica diferente da de Aristóteles. Segundo a forma com que Putnam parece interpretar o grande filósofo, as razões de Aristóteles para recusar atribuir valor de verdade a pelo menos algumas proposições sobre o futuro dizem respeito à hipótese de que há fatos contingentes, os quais poderiam não ter existido (se presentes ou passados) e poderão não ocorrer (se futuros). Sendo a tese semântica do autor de *Da Interpretação* uma tese a ser recusada, a conclusão metafísica a que Putnam recorre difere igualmente daquela avançada por Aristóteles. Ou seja, para Putnam os futuros não são contingentes. Não estava disponível ao Estagirita os resultados científicos que sustentam o Princípio da Bivalência, embora esses resultados possam hoje ser levados em consideração. Putnam encerra o artigo com uma lição final: certas questões, como a dos futuros contingentes, resolvem-se com informações corretas sobre a forma como o mundo funciona, sendo em última instância questões empíricas, cuja solução podemos esperar de teorias científicas bem sucedidas, e não a partir de conjecturas *a priori* ou inspeção de conceitos.

Em 1989, Penrose deu a sua contribuição naquilo que ficou conhecido como “paradoxo de Andrômeda” (Penrose 1989, pp.392–393). Igualmente aos dois últimos, Penrose pretende ser capaz de provar o determinismo. Mais ilustrativo do que os outros, o argumento mantém a defesa de um determinismo irrestrito. Não é muito diferente dos argumentos anteriores, apesar de bastante mais simples na apresentação.

Sobre as muitas versões do argumento, é possível estabelecer diferenças que põem a questão pelo alcance real que o mesmo tem. Gödel, por exemplo, não estende consequências da RoS ao determinismo. Neste caso, será adequado citar Gödel como participante deste argumento, uma vez que os outros autores pretendem um argumento determinista? Veremos a seguir.

Todos os autores mencionados aceitam determinada interpretação da SR, além de serem teóricos *não-temporalistas*.⁵ Como pretendo que seja esclarecido, a SR assim interpretada tem implicações ontológicas não negociáveis para quem aceita os efeitos relativísticos (relatividade da simultaneidade, contração do espaço e dilatação do tempo) como reais (Petkov 2006, p.4 e p.8).⁶ O passo seguinte a que recorrem é fazer de concessões elaboradas uma forte razão para adotar um determinismo irrestrito, característico de versões clássicas desse argumento.

Apesar de haver certa coincidência entre doutrinas, há quem, como Gödel, separe essas teses, não conferindo ao argumento nenhum alcance determinista. Rakić, por exemplo, distingue claramente entre ser real (ou não) no futuro e estar determinado:

A doutrina da abertura do futuro não pode ser confundida com a doutrina do indeterminismo, a qual professa que o futuro é ‘aberto’ no sentido de haver muitas alternativas para futuros possíveis. Mesmo se houvesse um único decurso possível para a história do mundo, os eventos não teriam de ser considerados, apesar disso, partes existentes deste mundo. (Rakić 1997, pp.258–59, tradução minha)

Mas não se trata de ponto pacífico que a doutrina a ser mencionada é apenas o eternismo, sem qualquer alegação determinista. Não somente os autores clássicos, como também filósofos posteriores, têm no determinismo uma proposta assente. Há quem esteja a tratar a questão em termos de *fatalismo relativístico*, sendo pouco claro entretanto o que isso significa (Levin 2007, p.433). Naturalmente, a dificuldade permanece nas versões clássicas, sendo pouco claro o que “determinismo” significa, em cada versão do argumento.⁷ Uma clarificação bem vinda sobre a forma como às vezes o conceito pode ser usado foi realizada por Lockwood. Esclarece-nos o autor que teorias *não-temporalizadas*⁸ definem todos os fatos em cada ponto assinalável do espaço-tempo. Isso estabeleceria alguma forma de determinismo, embora “determinismo”, nesse contexto, não signifique determinismo causal:⁹

A perspectiva não-temporalizada requer que, independentemente da relatividade, encaremos todos os eventos como intemporalmente reais, quer sejam concebidos como estando dispostos no tempo ou no espaço-tempo. É claro que poderá ser ou não ser verdadeiro que o curso futuro da história está determinado pelo que já aconteceu. (Lockwood 2005, p.67, tradução minha)

Segundo Levin, a base para argumentar pelo *fatalismo-relativístico*¹⁰ é o fato, sustentado pela SR, de o futuro ter aquilo que podemos chamar “dependência com relação a um sistema de coordenadas” (Levin 2007, p. 433). Na defesa do *compatibilismo*¹¹, o autor explica haver uma oposição entre livre-arbítrio e “fixidade do futuro”. Nas palavras de Levin, fatalistas deste tipo normalmente dedicam-se a questões ontológicas e semânticas sobre as condições de verdade de frases *temporalizadas*:¹²

Debates sobre o fatalismo relativístico tendem a se concentrar sobre questões ontológicas, tais como o caráter temporalizado de frases que localizam um evento ou objeto no espaço-tempo, relativos à simultaneidade de ‘o Evento *E* é real no *worldpoint P*’ e sobre a topologia de alhures. (Levin 2007, p.434, tradução minha)

Será meu objetivo, neste ensaio, explicar pelo menos as principais dentre as muitas versões do argumento, bem como as conclusões filosóficas que se seguem, teoricamente, destes.¹³ Ao final, farei um balanço das reações diversas que este argumento tem despertado.

1. Gödel e o idealismo: uma primeira versão?

O autor do teorema da incompletude defende teses idealistas sobre o tempo. Nas palavras do autor, a relatividade parece nos providenciar:

... uma prova inequívoca do ponto de vista daqueles filósofos que, do mesmo modo que Parmênides, Kant e os idealistas modernos, negam a objetividade da mudança e a encaram com uma ilusão ou um fenômeno fruto de nosso modo especial de percepção. (Gödel 2006, p.521, tradução minha)

Foi discutido acima o caráter idealista da posição de Gödel sobre o tempo. Penso que essa face do pensamento do autor revele o eternismo por conseguinte, principalmente por advogar aquilo que em alguns círculos se conhece por teorias “estáticas”.¹⁴ Os filósofos têm procurado uma maneira de designar as diferentes concepções que surgem. Uma maneira bem sucedida para referir diferentes aspectos de teorias, em um *corpus* orgânico, é realizar uma caracterização em termos do dualismo entre teorias estáticas e dinâmicas. McCall (1994, p.27), a comentar o autor do teorema da incompletude, refere algo com o qual o idealismo de Gödel não poderia se compatibilizar, a saber, uma teoria em que qualquer indicação temporal (em termos de “foi passado, é presente e será futuro”) tivesse uma componente independente da mente, o assim chamado “absoluto ou temporal vir-a-ser”.¹⁵ Se Gödel estiver correto, podemos nos decidir pela análise que estabelece de maneira conclusiva a relação entre o espaço-tempo de Minkowski e as concepções estáticas de que falamos. Esta opção não aceita nenhuma direção temporal intrínseca, independente daquilo que a mente humana é capaz de realizar ou indicar (Grünbaum 1974, p.790).

A posição advogada pelo autor, associada ao idealismo de Kant e outros, é estática, de forma que o presentismo não é compatível com ela. Embora haja concepções eternistas não estáticas, como a *teoria do foco de luz movente*¹⁶, o presentismo dificilmente se acomodaria ao que pensa Gödel ser capaz de provar com a RoS. As distinções usuais para entender as teorias estão associadas entre si, de modo que

referem-se mutuamente. O que chamamos teoria estática reúne, sob uma mesma égide, as seguintes perspectivas e propostas teóricas:

1. O Universo tem uma quarta dimensão, o tempo, a qual, em união com as três dimensões espaciais, configura-se em espaço-tempo;
2. Nenhuma das quatro dimensões tem uma direção intrínseca;
3. Cada objeto físico está estendido no espaço-tempo, tendo portanto, para além de partes espaciais, partes temporais.
4. Não existe nenhuma genuína e irreduzível propriedade de tipo-A, i.e., tudo o que puder ser analisado em termos de propriedades-A pode ser analisado em termos de relações-B;
5. O mundo não inclui fatos temporais compatíveis com propriedades-A, mas apenas com relações-B;
6. O tempo não é dinâmico, i.e., o tempo não passa.¹⁷

Contrariamente, a teoria dinâmica reúne sob sua égide propostas dispares que são, *prima facie*, incompatíveis com aquilo que caracterizam propostas estáticas:

1. O Universo tem quatro dimensões, das quais uma delas, o tempo, é diferente.
2. O tempo, contrariamente ao espaço, tem uma direção intrínseca.
3. Objetos físicos não estão distendidos no tempo em virtude de terem partes temporais.
4. Existem genuínas propriedades-A, as quais não podem ser corretamente analisadas em termos de relações-B.
5. O mundo inclui fatos temporais como propriedades-A, ou seja, o tempo passa e existem propriedades genuínas como passadidade, presentidade e futuridade.
6. A passagem do tempo é um fenómeno real que não depende da mente.¹⁸

Além da distinção em termos de teorias estáticas e dinâmicas, algumas vezes concepções sobre o tempo são reunidas sobre outras designações. Talvez devamos concordar com Craig a esse respeito. Quando a pontuar as muitas diferenças que recaem sobre um dos lados do debate, Craig acaba por manifestar alguma reticência sobre a possibilidade de ser totalmente assertivo ao usar alguma dessas distinções:

As duas teorias rivais sobre o tempo, as quais são o tópico para nosso exame, têm sido conhecidas sob uma variedade de nomes: teorias-A versus teorias-B, temporalizadas versus não-temporalizadas, teorias dinâmicas versus teorias estáticas, etc. Nenhum desses rótulos é, entretanto, totalmente adequado. (Craig 2000, p.IX, tradução minha)

Para efeito de conectar o suposto idealismo de Gödel com uma dessas famílias de teorias, é suficiente localizar o autor ao lado de teorias estáticas, uma vez que o presentismo é, para mencionar outra dicotomia iluminadora, uma doutrina heraclítica¹⁹, enquanto o eternismo tem sido mencionado como doutrina parmenídica.²⁰ Esse ponto pode ser referido em Kroes, segundo o qual a concepção heraclítica do tempo cai por terra mediante opções assinaladas por vários autores, se corretas (Kroes 1984). Smart, por exemplo, refere a passagem do tempo como nada mais do que o resultado de descrições de estados de coisas, as quais são, sempre, de uma perspectiva centrada na fenomenologia do sujeito de experiências, “coisas instantâneas”, causando a ilusão de que a realidade inclui mudança e, portanto, temporalidade (Smart 2008, pp.226–227; pp.234–235). O Caráter instantâneo que têm recebe importância na ilusão de que a passagem do tempo é real, se “real” significa “independente de mentes”.

Tendo Gödel se apresentado como adepto de teorias sobre o tempo associadas a Parmênides, o sabor eternista das conclusões a que incorre é muito forte. Uma objeção a essa associação poderia ser considerar a possibilidade de associar o eternismo a descrições *temporalizadas*. Como existem modelos que o fazem, a associação entre o idealismo de Gödel e o eternismo teria de ser justificada. Mas essa objeção não representa um desafio para o estudioso atento. É correto que o eternismo pode ser compatibilizado com teorias *temporalizadas*, mas tal compatibilidade não tem qualquer lição a nos dar para aquilo que Gödel nos ensina. O autor declara-se adepto de teorias estáticas e, embora haja eternismos não estáticos, dificilmente haverá quem defenda teorias, a um só tempo, presentistas e estáticas. Esse fato é conclusivo para classificar o argumento de Gödel enquanto eternista. Como tal, também é decisivo na associação entre esse autor e o argumento de Rietdijk–Putnam e Penrose.

Tendo esclarecido em que sentido Gödel pode ser considerado um aliado na construção de um *argumento-tipo*²¹, resta-nos apresentar o seu argumento:

A argumentação é a seguinte: mudanças só são possíveis com o passar do tempo. A existência de um lapso temporal objetivo, porém, significa (ou pelo menos é equivalente ao fato) que a realidade consiste em uma quantidade infinita de “agoras” que passam a existir consecutivamente. Porém se a simultaneidade no sentido acima exposto é algo relativo, a realidade não pode ser dividida em tais camadas de maneira objetivamente determinada. Cada observador tem sua própria sequência de “agoras” e nenhum destes sistemas pode reclamar para si a prerrogativa de ser uma representação do fluxo temporal objetivo. (Gödel 2006, p.521, tradução de S. R. Dahmen)

O argumento em destaque pode ser apresentado como um *Modus Tollens*: se o tempo passa, então a realidade consiste em infinitos “agoras” que se sucedem, cada qual depois do outro. Mas o conseqüente desse argumento encontra na RoS um contra-exemplo. Como o conseqüente é falso, também o antecedente o é. Logo, a re-

alidade não inclui a passagem do tempo. Sua palavra final é, nesse artigo, altamente favorável ao idealismo sobre tempo e, pelas razões expostas, sugere fortemente o eternismo.

Nada nas palavras de Gödel faz supor qualquer determinismo. Muito pelo contrário, um dos resultados mais conhecido de Gödel, o teorema da incompletude, é alegadamente uma razão para desafiar o determinismo em muitos domínios, da mecânica clássica à cognição humana. Pelo menos alguns argumentos contra o determinismo são aduzidos desde premissas que supõem o teorema. Popper realiza uma importante analogia com o teorema de Gödel para provar o equivoco mecanicista de sustentar o determinismo e suas alegadas consequências epistemológicas, i.e., se o mundo fosse determinista, era suposto ser possível realizar uma previsão completa sobre o futuro, desde que em posse de informações corretas (Popper, 1988). Lucas (1963) tem também um importante uso para o teorema, cujo resultado é evitar a associação entre mente humana e máquinas, tal que se pudesse prever o seu comportamento por meio do conhecimento de expedientes internos (*input*, *output* e *regras*). Eis um exemplo de argumento deste tipo:

- a) Para um sistema ser mecanicista\determinista, é necessário que seja previsível como uma máquina;
- b) Para ser previsível como uma máquina, é preciso que possa construir segundo regras de inferência finitas (*axiom schemata*) um número finito de operações-tipo;
- c) Para produzir um número finito de operações-tipo, um sistema tem de ser completo, ou seja, todas as regras pelas quais se produzem frases, no interior do sistema, têm de pertencer ao sistema;
- d) Máquinas, se constroem segundo regras um número finito de operações-tipo, não produzem, enquanto verdadeiras, frases que não podem ser derivadas segundo regras estritas (pelo teorema de Gödel);
- e) Mentes podem produzir e representar como verdadeiras pelo menos algumas frases (godelianas) que não podem ser derivadas segundo regras de inferência;
- f) Mentes falham em ser como máquinas;
Logo, mentes não são mecanicistas\deterministas.

Quem aceitar esta argumentação não poderá associar as teses de Gödel sobre o tempo com nenhuma consequência determinista. Felizmente, nem Gödel incorreu em afirmações que corroborem o determinismo, em seu artigo de 1949, nem precisamos de aceitar as alegações deterministas que os demais autores fazem.

2. O argumento segundo Rietdijk

De todas as versões iniciais que o argumento tem, talvez esta seja a mais técnica. Como outras, assume a RoS como um fato estabelecido, e procura a partir de então extrair uma tese forte. Parece assumir também a interpretação minkowskiana da SR, comprometida com o tetradimensionalismo. Apesar da aparente complexidade que o argumento tem, não é difícil perceber a sua conclusão. Se há dois sistemas de coordenadas e, em um deles, um certo evento P é presente e no outro futuro, não poderá o observador situado no sistema de coordenadas para o qual o evento não ocorre “agora” evitar a sua ocorrência futura. Como podemos nos certificar, o autor entende o espaço-tempo como uma estrutura na qual os eventos e objetos estão distendidos. A interpretação correta inclui pensar em distintas partes temporais de eventos que estão em contato com partes temporais de um observador W_2 em $T_2 = 0$, mas não estão em contato com partes temporais de outro observador W_1 , se não em algum tempo $T_1 > 0$. Entretanto, W_1 e W_2 coexistem em muitas sequências de T 's.

A conclusão determinista se segue do fato de que, em $T_2 = 0$, alegadamente, era já verdadeiro que o evento P se sucederia em $T_1 > 0$. É teoricamente possível para W_2 , em posse de informações adequadas sobre os sistemas de coordenadas de W_1 , traçar planos de simultaneidade para eventos, descobrindo assim P no futuro de W_1 . Nesta seção irei apresentar a versão de Rietdijk com detalhes, incluso o seu diagrama.

Um diagrama espaço-temporal permite indicar planos de simultaneidade para eventos, mas não tem necessariamente alguma implicação ontológica. É possível defender que tem apenas valor instrumental. Entretanto, a interpretação minkowskiana (tetradimensional) para o formalismo da SR toma a união do espaço e do tempo como real, assumindo consequências ontológicas. Nesta interpretação, o mundo é um bloco tetradimensional, objetos e eventos têm partes temporais e eventos futuros existem à maneira *não-temporalizada*. A RoS é interpretada como um fenômeno real, para o qual se dá uma explicação em termos de geometria do espaço-tempo, i.e., qualquer parte temporal de objetos e eventos pode estar na relação S (relação de simultaneidade) com distintas partes temporais de diferentes observadores:

Para sermos totalmente rigorosos, precisamos levar em consideração o fato de que, estritamente falando, um evento não é um ponto no contínuo espaço-tempo, mas tem uma certa extensão temporal (e espacial). Para tais eventos nosso raciocínio só será rigoroso se falamos de P_1 e não de P , uma vez que o último pode não estar totalmente “presente” para W_2 (por causa de sua extensão temporal) ... (Rietdijk 1966, p.341, tradução minha)

O diagrama a seguir apresenta-nos planos de simultaneidade para eventos. Melhor dizendo, o diagrama apresenta-nos planos de simultaneidade para diferentes partes temporais de W_1 e W_2 , em contato com a mesma parte temporal de um certo evento P . Tomemos então o diagrama de Rietdijk:²²

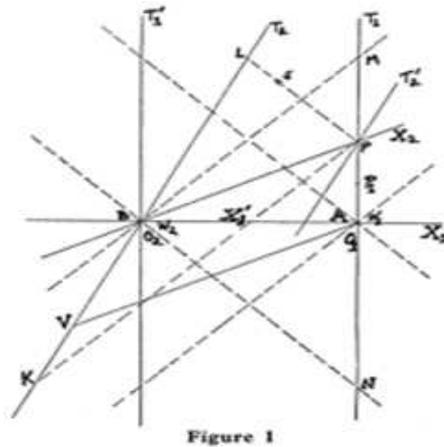


Figure 1

Consideremos o sistema de coordenadas em $X_1 T_1$. Nele, posicionamos um observador W_1 , exatamente no ponto O_1 . Posicionamos então o observador W_2 em O_2 , no sistema de coordenadas $X_2 T_2$. O sistema $X_2 T_2$ move-se com velocidade constante na direção de O_1 . Assim, W_2 e P se intersectam em $T_2 = 0$. Podemos ver também que W_2 está localizado em O_2 sobre B . Para W_2 , os eventos B e P ocorrem simultaneamente, ou seja, são eventos “presentes” em $T_2 = 0$.

A informação mais importante, a qual sugere fortemente o eternismo, é: o evento P , o qual é simultâneo a B no sistema de coordenadas de W_2 , não é simultâneo a B no sistema de coordenadas de W_1 . Entretanto, a figura mostra haver um plano de simultaneidade entre o observador W_1 e B . Ou seja, em $T_1 = 0$, não ocorre ainda um evento P para o observador W_1 , apesar de haver um evento B que é presente, no agora de W_2 . P é um evento que pertence ao futuro absoluto de W_1 , e está indicado em um tempo $T_1 > 0$. Deste cenário resulta o argumento, cuja intenção é provar o determinismo:

Este ‘agora’ para W_2 — no futuro absoluto de W_1 — é tão real para W_2 quanto W_2 o é para W_1 . Conclusão: P está completamente determinado para W_1 em $T_1 = 0$. O evento P_1 será sempre passado para W_2 . Para cada evento P_1 que é futuro para W_1 , podemos pensar um observador W_2 que tenha o mesmo evento em seu passado, ao mesmo tempo em que W_2 pertence ao presente de W_1 . Assim, todos os eventos estão determinados. O nosso “agora” é sempre o passado de algum outro observador ... (Rietdijk 1966, p.341, tradução minha)

Poder-se-ia tentar evitar parte da conclusão acima. Uma estratégia reside em tentar separar eventos que existem e dependem da nossa vontade de eventos que não o fazem, sendo-nos indiferentes. Por exemplo, separar a explosão de um vulcão e a implosão de uma ponte, a qual depende de ações coordenadas e intencionais. Neste

caso, estaríamos a evitar concluir por um “determinismo” que inclui as ações humanas em seu domínio. Mas essa estratégia está destinada ao fracasso. É o próprio autor que assim nos ensina:

Enfatizamos que o argumento acima é totalmente independente da questão de saber se os eventos P e P_1 são estados físicos ou psicofísicos. Isto exclui a possibilidade de salvar a vontade livre ou a liberdade. Por exemplo, requerer que a prova é sobre estados físicos, sendo unicamente aplicável a processos destes. (Rietdijk 1966, p.343, tradução minha)

Por mais que a tentação de separar estados físicos e psicofísicos seja persistente, não há de fato uma diferença relevante. Pouco importa que estados físicos ou psicofísicos estejam envolvidos. Imaginemos que o evento P_1 , o qual pertence ao “passado” de W_2 , é a implosão de uma ponte dinamitada; digamos, a ponte 25 de abril, em Lisboa. Se as indicações do diagrama se mantêm, os sistemas de coordenadas em questão autorizam dizer que esse evento existe, embora não pertença ao “presente” de W_1 , i.e., não é localizável em $T_1 = 0$ para W_1 . É tudo de que precisa o autor para alegar o seguinte: a proposição “uma ponte será dinamitada em $T_1 > 0$ ” é verdadeira. É claro, dado a RoS, a explosão acontece muito antes para W_2 . Mas o valor de verdade da proposição não muda consoante o sistema de coordenadas. Muda apenas aquilo que os observadores podem indicar em seu sistema respectivo. Como sabemos, nenhum observador tem qualquer privilégio em relação ao outro. Ambos os observadores estão perfeitamente corretos, segundo a SR.

3. O argumento segundo Putnam

A versão de Putnam não deixa de ter grande parentesco com as outras. Algo positivo para o estudioso do argumento é ter, no artigo de Putnam, as premissas bem assentes e formalizadas. O autor expõe primeiro a visão do senso comum, identificada com a tese segundo a qual unicamente o presente é real. Algumas premissas, quando associadas à teoria mais atual sobre o tempo, mostram que a visão do senso comum tem de ser substituída por uma perspectiva eternista. Como em todos os autores sobre isso, o ponto nevrálgico encontra-se em pensar a RoS e o tratamento que devemos oferecer a eventos não presentes. Há uma pequena diferença que merece ser assinalada entre Putnam e Rietdijk: embora o argumento tenha a pretensão explícita de alcançar uma resposta determinista para questões filosóficas, na versão de Putnam há efetivamente uma primeira parte que se dá ao trabalho de evidenciar a relação entre a RoS e o eternismo. Com efeito, também em Putnam o sucesso do argumento instaura o determinismo.

Abaixo temos a maneira como Putnam apresenta a visão do senso comum, que refere identificando teorias temporalizadas (Putnam 1967, p.240). O autor parece

assinalar duas coisas principais relativamente a essa concepção pré-teórica. A primeira diz respeito à crença de que tudo o que existe é presente; a segunda à crença na transitividade da relação de simultaneidade, i.e., tudo o que é simultâneo no meu sistema de coordenadas é igualmente simultâneo para todos os observadores com quem estou na mesma relação, a relação de simultaneidade:

- A) Tudo e somente aquilo que está na relação S com o *meu-agora* é real;
- B) Eu-agora sou real (a cada vez que proferido por mim, o tempo “agora” em que sou real muda);
- C) Existem, além de mim, outros observadores, os quais são reais e podem estar em movimento relativo em relação a mim;
- D) Não existe nenhum observador privilegiado.
- E) Logo, tudo o que estiver na relação S com o *seu-agora* é real.

Para os conteúdos de A a E serem conteúdos sobre crenças presentistas, a relação S tem de ser transitiva, i.e., se o evento X está na relação S com o *seu-agora* e o *meu-agora* está na mesma relação com o *seu-agora*, então o *meu-agora* está na relação S com o evento X . Entretanto, com um pouco de cultura científica se pode entender que só haverá transitividade para a relação S se e somente se S independe da escolha de sistemas de coordenadas. Neste caso, isso só poderá ser admitido se o nosso *framework* for a física clássica, anterior a 1905. Putnam então assume uma teoria mais atual, e aos conteúdos de A a E acrescenta mais um, F :

- F) A SR obtém;²³

A adição de F resulta em um conflito entre os conteúdos acima. Se a SR obtém, então a simultaneidade não é absoluta. Não sendo absoluta, não é transitiva. Se não é transitiva, ou o *meu-agora* é detentor de algum privilégio em relação ao *seu-agora*, ou existem objetos e eventos que não são simultâneos ao meu agora. Mas não há nenhuma base para recusar o princípio segundo o qual nenhum observador tem qualquer privilégio sobre outro. Sendo assim, a premissa A não poderá se justificar. Mas se A não se justifica, tampouco o presentismo o faz. A razão pela qual o presentismo depende de A é: para que tudo o que exista seja presente, o meu-presente tem de comportar todos os objetos e eventos existentes. Todavia, se a RoS é o caso e D for aceite, objetos e eventos que não estão na relação S com o meu-agora existem. Então existem objetos e eventos que não são presentes para mim. Logo, há objetos e eventos não presentes.

O argumento acima pode ser entendido mais facilmente com uma resposta afirmativa à questão: é a relação “ser real para . . .” transitiva? Para essa relação ser transitiva, é necessário que pelo menos alguns eventos que não estejam na relação S com o meu-agora sejam reais. Isso é o que o argumento nos providencia.

Putnam, com este argumento, pretende refutar a visão do senso comum, e o faz quando deixa cair *A*. Mantendo tudo o mais e modificando *A* de forma a eliminar o conflito, podemos reconstruir e formalizar o argumento, agora para mostrar o eternismo:

- A*) Tudo o que está na relação *S* com o meu-agora é real;
 - B) Eu-agora sou real (a cada vez que proferido por mim, o tempo “agora” em que sou real muda);
 - C) Existem, além de mim, outros observadores, os quais são reais e podem estar em movimento relativo em relação a mim;
 - D) Não existe nenhum observador privilegiado (assumido como princípio).
 - E) Se *C* e *D* são o caso, então tudo o que estiver na relação *S* com o seu-agora é também real
 - F) A RoS obtém.
- Logo, há eventos que são reais e não pertencem ao meu-agora.

A substituição de *A* por *A** é o detalhe importante, única modificação introduzida. Ela garante poder expressar a maior parte das crenças expostas. A SR nos faz abrir mão da ideia de que a simultaneidade é transitiva, o que nos obriga a assumir a existência de objetos e eventos que são passado e futuro. As conquistas que o argumento permite estão expostas no gráfico a seguir:

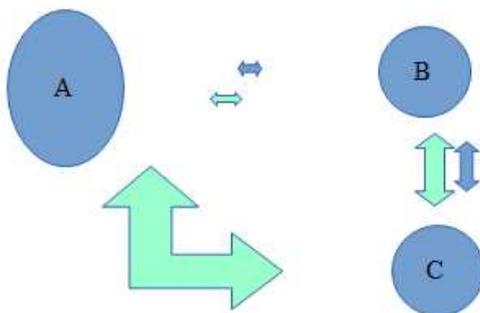


Figura 2: A, B e C são eventos; As setas verdes-turquesa indicam a relação “ser real para...”; As setas azuis indicam a relação “ser simultâneo a...”.

Até agora, existe uma concordância parcial entre Putnam, Rietdijk e Gödel. Mas há, como sabemos, um passo que associa Putnam a Rietdijk, o qual Gödel não parece ter realizado. A prova para o determinismo é esse passo, e precisamos de acompanhar

Putnam para entender totalmente o que desejava o filósofo americano. O seu argumento tem duas partes. Uma primeira, exposta pelo conteúdo acima, prova aquilo que em Rietdijk era assumido de partida: a existência de objetos e eventos que não são presentes (que não pertencem ao meu-agora). A segunda coincide com os objetivos deterministas daquele autor: a existência de fatos futuros deveria provar que não há dois resultados possíveis para qualquer evento, fundamentando o determinismo.

Os passos aqui recorrem ao debate antigo sobre os futuros contingentes. Na avaliação final de Putnam, não estava disponível a Aristóteles algo com que hoje podemos contar. A RoS é esse algo que, uma vez conhecido, nos informa sobre o mundo aquilo com o qual poderemos responder às indagações do Estagirita. O resultado é desfavorável à tese dos futuros contingentes, e a contribuição evidente para sustentá-lo é empírica, não filosófica. A segunda parte do artigo inicia-se com aquilo que o autor chama “A batalha espacial do amanhã”:

Um problema diferente relativo ao tempo foi estudado por Aristóteles. Aristóteles foi o que nós chamaríamos, nos dias de hoje, um “indeterminista”. Ele não pensava que o desfecho de certos eventos futuros — o seu exemplo era ‘quem vai vencer a batalha naval de amanhã?’ — estivesse determinado hoje. Tendo uma vez isso por aceito, ele não assentiria que a proposição “O vencedor da batalha naval de amanhã é *A*” pudesse ter hoje um valor de verdade, que pudesse ser verdadeira ou falsa agora. (Putnam 1967, p.243, tradução minha)

Embora seja possível questionar a interpretação de Putnam para a resolução aristotélica, Putnam está correto no principal e mais importante: Aristóteles parece ter sido indeterminista. O grande filósofo pensava que os eventos não presentes são contingentes. Claramente, a argumentação de Aristóteles, valiosa e revisitada quase sempre, não se dirige a provar o indeterminismo. O Autor desejava antes provar uma tese semântica, e é aqui que as divergências aparecem. Haverá quem pense que temos de evitar nos comprometer com a tese da bivalência, se queremos ser indeterministas; haverá quem ache o problema passível de alguma solução capaz de preservar a atribuição de valor de verdade para todas as proposições, sem determinismo. De qualquer modo, pensa Putnam ter Aristóteles recusado a bivalência e preservado ambos, o indeterminismo e o livre-arbítrio.

Putnam apresenta-se como alguém que recusa ambas as teses atribuíveis a Aristóteles, i.e., a tese semântica de que nem todas as proposições sobre o futuro têm valor de verdade agora, e a tese metafísica de que os futuros são contingentes. Como realiza Putnam essa conclusão? Qual papel o eternismo poderia desempenhar?

Consideremos por um momento as seguintes palavras de Putnam. Nelas encontraremos um argumento que pretende a passagem do eternismo para o determinismo. Como veremos, a passagem se vê intermediada por consequências semânticas introduzidas pelo eternismo:

Aristóteles estava errado. Se a relatividade está correta, então Aristóteles estava errado e, hoje, há mais razões para acreditar na relatividade do que para acreditar em Aristóteles. Para mostrar isso, deixe-nos voltar novamente à situação que é retratada (...), a qual relata a existência de um “combate no espaço” que está “no futuro” relativamente ao meu sistema de coordenadas (i.e. acima do “agora” do “meu-agora”) e, relativamente ao seu sistema de coordenadas, está “no passado” (i.e. abaixo do “agora” do “seu-agora”). Então, uma vez que o “combate espacial” está no futuro (para mim), eu tenho de dizer que a afirmação “A venceu ou vai vencer o combate espacial” não tem valor de verdade. Contudo, se me disserem que a afirmação acima tem valor de verdade (...), não poderemos ambos estar corretos. Tampouco poderemos aceitar que apenas um de nós esteja correto, pois antes teríamos de assumir um observador privilegiado. (Putnam 1967, p.244, tradução minha)

A razão pela qual Aristóteles e a SR estão em conflito é simples. Podemos expressá-la por meio do seguinte argumento:

- 1) Se proposições sobre o futuro tem valor de verdade agora, então o futuro estará determinado;
- 2) Ora, se o eternismo é o caso, então proposições sobre o futuro têm valor de verdade agora;
- 3) Se a relatividade estiver correta, então o eternismo é o caso;
- 4) A relatividade está correta e o eternismo é o caso;
Logo, o futuro está determinado.

Aristóteles teria realizado um *Modus Tollens* com a condicional 1. Por isso, teria concluído que proposições sobre o futuro não tem agora valor de verdade (segundo a interpretação que Putnam assume). Salvo debates sobre como devemos interpretar o Estagirita, o *Modus Tollens* segue-se de uma tese metafísica que teria assumido como evidente, ou pelo menos muito provável, i.e., os eventos que ainda não aconteceram são contingentes, podendo ou não se realizar. Mas o antecedente não pode ser recusado e a condicional é verdadeira. Logo, o *Modus Tollens* de Aristóteles não poderá ser hoje admitido. Eventos futuros não são contingentes, mas sim necessários.

Podemos, para finalizar a seção explicativa sobre Putnam, comentar algo extremamente importante sobre a dialética do argumento: A SR não implica diretamente o determinismo, como poder-se-ia pensar. Entretanto, implica uma tese semântica que estaria supostamente comprometida com o determinismo. Isso não é verdade apenas para o argumento segundo Putnam, mas também para outros autores e outras versões do mesmo. Isso dá razão a quem interpreta o “determinismo” dos autores como “determinismo ou fatalismo lógicos”.

4. O argumento segundo Penrose: o paradoxo de Andromeda

Penrose apresenta o paradoxo de Andromeda em 1989. Nesta ocasião, reforça Rietdijk e Putnam para as conclusões deterministas, incompatíveis com o livre-arbítrio. De todos os autores, incluso Gödel, Penrose é o único que não é explícito quanto à aceitação do eternismo. Ainda assim, o eternismo parece estar implicado, uma vez que é preciso declarar a existência de eventos futuros para em seguida promover o argumento. Uma vez que apresenta o argumento (em verdade uma experiência de pensamento) pelas mesmas razões, aduzidas desde a RoS, não parece inadequado supor que, tal como os outros autores, adota Penrose uma interpretação para a relatividade capaz de induzir-nos a aceitar o eternismo e os passos seguintes, intermediados por teses semânticas ou epistêmicas. A inclusão do paradoxo de Andrômeda entre as versões do argumento ao qual temos nos dedicado se justifica pela tese que conclui (o determinismo) e pela maneira como essa conclusão é feita, utilizando-se da RoS como premissa importante na argumentação.

Penrose considera o seguinte: um certo fato pertencente ao presente, no sistema de coordenadas de Bob, pertence ao futuro de Alice, localizada em outro sistema de coordenadas (em movimento relativo em relação ao sistema de coordenadas de Bob). Isso é previsto pela SR, como já referimos algumas vezes. Assim sendo, o evento em questão deve ser declarado determinado, uma vez que está garantido no sistema de coordenadas de Bob.

As razões que tem para avançar o determinismo são relativas à impossibilidade de haver alguma incerteza sobre as decisões dos “andromedeanos” que impactarão o futuro de Alice. Se as decisões relativas ao futuro de Alice já foram tomadas, certos eventos são inevitáveis no futuro desse observador. A inevitabilidade de eventos no futuro é o fator relevante a ser considerado. As palavras de Penrose confirmam isso:

Duas pessoas passam uma pela outra em uma rua e, de acordo com uma delas, uma frota espacial andromedeana já iniciou sua jornada, enquanto que para a outra, a decisão quanto ao início ou não da viagem parece não ter ainda se realizado. Mas pode haver alguma incerteza quanto ao resultado dessa decisão? Se para alguém já é verdade que a decisão foi tomada, então não pode realmente haver qualquer incerteza quanto a isso. O lançamento da nave espacial é inevitável. (Penrose 1989, p.303, tradução minha)

Nos sistemas de coordenadas de Alice e Bob, as diferentes “linhas de mundo” refletem diferentes planos de simultaneidade. Ora, Alice e Bob discordam sobre o “agora” exato em que a Terra será atacada por andromedeanos. Penrose reflexiona sobre um outro observador, em um ponto *C*, relativo ao sistema de coordenadas de Carol. Da perspectiva de Carol, o lançamento da nave andromedeana pertence ao passado. O resto das considerações de Penrose não são diferentes das anteriores, e pretendem provar o determinismo. O evento que existe no presente relativo de

Bob deve ser considerado “real” na ontologia do mundo, ainda que não pertença ao presente de Alice, e será, portanto, inevitável. Se é assim, pensa então Penrose, “... não pode realmente haver incerteza quanto a isso. O lançamento da nave espacial é uma inevitabilidade” (Penrose 1989, p.303, tradução minha).

A “inevitabilidade” requerida é adequada? No exemplo acima, o que parece inevitável é uma certa decisão dos andromedeanos, a decisão de iniciar uma jornada e invadir a Terra. Além dos sistemas de coordenadas de Bob, Alice e Carol, outros sistemas de coordenadas podem ser postulados. Isso significa que há sistemas de coordenadas hipotéticos para os quais a decisão já havia sido tomada antes mesmo de que para Carol o lançamento tivesse ocorrido (e com ela o lançamento da nave andromedeano). Isso parece ser, realmente, uma consequência inevitável para filósofos que adotam as interpretações tradicionais da SR e, com ela, a RoS. Se essa consequência é realmente uma condição tal que algum determinismo seja o caso, é algo sobre o qual não há concordância.

Conclusão: O que se tem discutido sobre o argumento?

O argumento tem despertado, como é natural em filosofia, um grande criticismo. Algumas críticas tentam recusar o espaço-tempo de Minkowski (Rea, 1998), outras tentam compatibilizá-lo com o presentismo-tridimensionalismo (Rakić, 1967). Também há quem recuse a interpretação mais aceita da teoria da relatividade, a qual inclui pensar a relatividade da simultaneidade forçosamente, como Craig (2008) e Markosian (2004). Uma reação ao argumento, também algumas vezes referida, se dá em torno da ideia de que as versões de Putnam e Rietdijk incluem na argumentação noções pré-relativísticas, como o conceito de “simultaneidade distante”, i.e., eventos que, apesar de simultâneos, não estão disponíveis por estarem fora do nosso alcance. Segundo Stein, isso ajudaria a reabilitar o presentismo, uma vez que o presente pode ser definido como todos os eventos que são simultâneos no meu sistema de coordenadas, e a relatividade não autoriza a dizer nada de eventos distantes, nem que são simultâneos, nem que não o são (Stein 1968; 1991 e Weingard 1972). O infortúnio para Stein é que as consequências desse raciocínio são ainda mais difíceis de tolerar. Segundo Petkov, poderia haver uma espécie de *solipsismo* em ordem de providenciar que apenas os eventos *aqui-agora* são reais (Petkov, 2008). Para tentar acomodar a RoS, o que se poderia fazer é alegar que, para cada observador, apenas o aqui-agora existe, mesmo que cada qual tenha o seu próprio. Antes de ser recusado por Petkov, essa ideia, cuja componente é a relativização da noção de “real” ou “existe”, já havia sido recusada por Gödel.

Há outro criticismo fundamentado que podemos fazer ao argumento. Trata-se de negar que o argumento conquiste como resultado o determinismo, qualquer que seja

o significado que se atribua a essa palavra. Ainda assim, podemos aceitar o eternismo-tetradimensional, expresso como em um universo em bloco. Essa solução aproxima-se de Gödel, mais do que de qualquer outro, e é a preferida do autor deste artigo.

Para terminar, é preciso dizer que o debate continua vivo, à espera de ser descoberto por estudiosos em língua portuguesa. A tarefa desse artigo não ficaria completa se não houvesse o convite para que leiam e estudem o argumento, com a finalidade de descobrir como recusá-lo ou, quem sabe, aceitá-lo. Afinal, tem a SR alguma consequência filosófica? Que doutrinas estão implicadas, se alguma? Essas questões exigem um tratamento filosófico adequado, a ser dispensado em artigos futuros, principalmente a justificação da adoção da perspectiva godeliana sobre as implicações filosóficas da RoS.

Referências

- Aristotle. 1966. *Categories and De Interpretatione*. J. H. Ackrill (trans.), Oxford: Clarendon Press.
- Craig, W. L. 2000. *The Tensed Theory of Time: a Critical Examination*. Kluwer Academic.
- . 2008. The metaphysics of special relativity: three views. In: W. L. Craig; Q. Smith (eds.) *Einstein, Relativity and Absolute Simultaneity*, pp.11–49. New York: Routledge.
- Einstein, A. 1905. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Annalen der Physik* **322**(10): 891–921.
- Gödel, K. 2006. Uma nota acerca das relações entre a teoria da relatividade e a filosofia idealista. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **28**(4): 521–524.
- Grünbaum, A. 1974. *Philosophical Problems of Space and Time*. Boston: D. Reidel Publishing Company.
- Kroes, P. 1984. Objective versus Mind-Depend Theories of Time Flow. *Synthese* **61**(3): 423–446.
- Levin, M. 2007. Compatibilism and Special Relativity. *The Journal of Philosophy* **104**(9): 433–463.
- Lewis, D. 1976. The Paradoxes of Time Travel. *American Philosophical Quarterly* **13**(2): 145–152.
- Lockwood, M. 2005. *The Labyrinth of time: introducing the Universe*. Oxford: oxford University Press.
- Lucas, J. R. 1961. Minds, Machines and Gödel. *Philosophy* **36**(137): 112–127.
- Markosian, N. 2004. A defense of Presentism. *Oxford studies in metaphysics* **1**(3): 47–82.
- McCall, S. 1994. *A Model of the Universe*. Oxford: Clarendon Press.
- McTaggart, J. M. E. 1908. The Unreality of Time. *Mind* **17**(68): 457–484.
- Popper, K. 1988. *O Universo Aberto*. Lisboa: Dom Quixote.
- Putnam, H. 1967. Time and Physical Geometry. *Journal of Philosophy* **64**(8): 240–247.
- Penrose, R. 1989. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and Laws of Physics*. New York and Oxford: Oxford University Press.
- Petkov, V. 2006. Is There an Alternative to the Block Universe View? In: D. Dieks; M. Redei (eds.) *The Ontology of Spacetime. Series on the Philosophy and Foundations of Physics* (Else-
Principia **21**(3): 391–409 (2017).

- vier, Amsterdam) <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00002408/> consultado em 26/11/2015.
- Peterson, D.; Silberstein, M. 2010, Relativity of Simultaneity and Eternalism: In Defense of the Block Universe. In: V. Petkov (ed.) *Space, time and spacetime*, pp.209–237. Heidelberg: Springer.
- Rakić, N. 1997. Past, Present, Future, and Special Relativity. *The British Journal for the Philosophy of Science* **48**(2): 257–280.
- Rea, M. 1998. Temporal Parts Unmotivated. *The Philosophical Review* **107**(2): 225–260.
- Rietdijk, C. W. 1966. A Rigorous Proof of Determinism Derived from the Special Theory of Relativity. *Philosophy of Science* **33**(4): 341–344.
- Skow, B. 2015. *Objective Becoming*. Oxford: Oxford University Press
- Smart, J. J. C. 2008. The tenseless theory of time. In: T. Sider; J. Hawthorne; D. W. Zimmerman (eds.) *Contemporary Debates in Metaphysics*, pp.226–238. Oxford: Blackwell Publishing.
- Stein, H. 1968. On Einstein-Minkowski Space-time. *Journal of Philosophy* **65**(1): 5–23.
- . 1991. On Relativity Theory and the Openness of the Future. *Philosophy of Science* **58**(2): 147–167.
- Strawson, G. 2002. The Bounds of Freedom. In: Robert Kane (ed.), *The Oxford Handbook of Free Will*. New York: Oxford U. P., pp.441–60.
- Yourgrau, P. 1991. *The Disappearance of Time: Kurt Gödel and the Idealistic Tradition in Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Weingard, R. 1972. Relativity and the Reality of Past and Future Events. *British Journal for the Philosophy of Science* **23**(2): 119–121.

ELTON MARQUES
 CNPq Brasil
 Centro de Filosofia
 da Universidade de Lisboa
 Grupo Lancog
 eltonmarques@campus.ul.pt

RECEIVED: 19/06/2017

REVISED: 03/10/2017

ACCEPTED: 17/02/2018

Notas

¹Neste artigo, mantereí as siglas em inglês para relatividade especial (SR) e relatividade da simultaneidade (RoS). Essa opção está relacionada com o fato de que essas siglas são muito usadas, sendo fácil aos leitores pesquisarem esses tópicos filosóficos com o uso das mesmas.

²Original de 1949.

³O eternismo é a tese filosófica segundo a qual o presente (i.e., objetos e eventos presentes) não tem nenhum privilégio ontológico em relação ao passado e ao futuro. Sendo assim, o presente, o passado e o futuro existem, igualmente.

⁴O presentismo é a tese filosófica de acordo com a qual somente o presente (i.e., objetos e eventos presentes) existe.

Principia **21**(3): 391–409 (2017).

⁵Não-temporalistas são aqueles que acreditam que as relações de anterioridade, posterioridade e sucessão prevalecem sobre as propriedades temporais, ser passado, ser presente e ser futuro. As primeiras são independentes da mente, as segundas não.

⁶Para Petkov, que se deixa convencer pela argumentação disposta em Rietdijk e Putnam (relativamente ao eternismo), os sucessos da física relativística sepultam definitivamente o tridimensionalismo e o presentismo, i.e., os objetos e eventos têm partes temporais e, assim sendo, nem tudo o que existe é presente. Não há alternativas aceitáveis ao universo tetradiimensional e eternista.

⁷Ver também, para além dos clássicos Rietdijk, Putnam e Penrose, Lockwood (2005, p.161), Strawson (2002, p.441) e Palle Yourgrau (1991, p.46).

⁸Do inglês *Tenseless*.

⁹Lockwood (pp.156–169) trava um importante e interessante duelo com Lewis (1976, p.141), a respeito da resposta possível a ser dada ao paradoxo do avô. Segundo Lockwood, Lewis adota implicitamente uma perspectiva *não-temporalizada*, sem entretanto perceber que isso o compromete com o fatalismo.

¹⁰Tese segundo a qual a RoS implica, por razões lógico-semânticas, o fatalismo e, portanto, é incompatível com a liberdade humana.

¹¹O compatibilismo é a tese que tenta compatibilizar condições determinísticas com o livre-arbítrio. Tradicionalmente, ao contrário, alega-se que condições determinísticas não lhe são compatíveis. Na esteira do libertarianismo, tais condições devem ser recusadas.

¹²Do inglês *Tensed*.

¹³Além dos autores mencionados, há muitos outros participantes deste debate. Entre os que defendem o uso da RoS para alguma finalidade metafísica, seja eternismo ou determinismo, estão autores como Weingard (1972); Mellor (1974); Maxwell (1985); Perterson e Silberstein (2010). Meu objetivo, entretanto, não é mapear os argumentos (ou versões do mesmo), razão pela qual estarei mais atento às versões iniciais.

¹⁴Do inglês *Static theory of time*.

¹⁵Do inglês *Absolute or temporal becoming*.

¹⁶Do inglês *the moving spotlight theory*. (cf. Skow 2015).

¹⁷Inspirado em Markosian, *Philosophy Today series*, Universidade do Alabama: *Is Time Travel Possible*, 29/10/2013. <http://uanews.ua.edu/2013/10/uas-philosophy-today-series-opens-with-time-travel-discussion/>

¹⁸Idem

¹⁹Relativo a Heráclito.

²⁰Relativo a Parmênides.

²¹Uso a expressão *argumento-tipo* para indicar um e mesmo argumento cuja forma da apresentação pode variar, de autor para autor.

²²No plano horizontal, o espaço; no plano vertical, o tempo respectivo em que os eventos são coordenados segundo a SR.

²³Poder-se-ia dizer também que a RoS é verdadeira. Ao dizer, porém, que a RoS obtém, estamos a ser neutros sobre debates acerca da possibilidade de usar o predicado “é verdadeiro” para teorias científicas.