



Palavras-Chave:
→ Causalidade
→ Noção de tempo
→ Temporalidade

João Bernardes da Rocha Filho <jbrfilho@puers.br>

- Professor titular - PUCRS
- Físico, Filósofo, Mestre em Educação, Doutor em Engenharia
- Pós-doutor em Enseñanza de las Ciencias

Uma Ontologia do Tempo Imaginário

As mudanças no mundo natural e tecnológico ocorrem em uma marcha que segue a lógica do senso comum, o que permite prever o desenrolar das situações a partir do conhecimento das condições iniciais, dando oportunidade para o surgimento da maioria dos modelos científicos, que são basicamente preditivos e, portanto, temporais. Na maior parte da vida a noção de tempo é simplesmente assumida, e raramente questionada, fazendo com que a perspectiva comum de tempo permaneça, assim, cada vez mais profundamente enraizada nos espíritos, obstaculizando reflexões posteriores. No entanto, há muitas possibilidades para o entendimento da noção temporal, e as pessoas poderiam conhecê-las e utilizá-las no aprofundamento desse tema, que tem elevado potencial de interessar as mentes e trazer significados a fatos que, de outra forma, permaneceriam incógnitos. Quantos e quais são *os tempos possíveis*? Algum deles é mais verossímil que os outros? Estas e outras perguntas nortearam a escrita deste ensaio, que objetiva trazer argumentos para uma reflexão sobre essa questão fundamental da ciência e da vida.

O tempo é uma medida do desprazer, porque o que atormenta a alma dura mais do que aquilo que a agrada. Tortura é imposição da prorrogação. Feiura é mais duradoura que beleza. Gozo é efêmero. Inferno é eternidade. Para medir a tragédia: o tempo. Mas, o que é possível afirmar sobre a natureza do tempo?

A mecânica estatística é a área da física que mais diretamente se relaciona ao conceito de tempo, embora em termos objetivos ela trate de tendências macroscópicas derivadas de partículas em movimento aleatório, o que em si nada tem a ver com o tempo, propriamente dito. De fato, o tempo é uma noção cotidiana que integra a descrição física da realidade por uma única razão: tudo muda em etapas que se sucedem como alterações infinitesimais imperceptíveis em uma taxa que a ciência clássica assumiu uniforme. Esse tempo cotidiano é definido e medido por comparação com o número de repetições de certos eventos periódicos considerados estáveis, e justamente nisso reside a fragilidade do método, intrinsecamente redundante. Neste ensaio são discutidas as razões desta fragilidade inerente e como isso conduz à conclusão de que o tempo pode ser uma entidade fictícia, não imanente ao universo, de natureza mental, em parte inconsciente mas epistemologicamente necessário.

Para chegar a esta conclusão o ensaio apresenta e discute diferentes aspectos do tempo, com os quais este se apresenta a observadores distintos, em situações particulares que variam conforme o movimento do foco da preocupação de quem o investiga. De posse destes conhecimentos a ciência e nosso conhecimento sobre o mundo se contextualiza, relativizando aspectos que até então foram tratados como absolutos, desviando brevemente a atenção dos conteúdos cotidianos em favor das questões filosóficas de base do conhecimento sobre a natureza das coisas.

O TEMPO ENTRÓPICO, DA TERMODINÂMICA

Um exemplo de fenômeno estatístico cotidiano ocorre com os perfumes: Suas moléculas se encontram confinadas no recipiente que os contém, em alta concentração, no estado líquido, e a partir dali podem se espalhar por todo o espaço de uma sala, ainda que não exista movimentação de ar, bastando a comunicação do interior do recipiente com o ar ambiente. Esse fenômeno se denomina *difusão*¹, e se manifesta como uma tendência termodinâmica para a uniformização da concentração das substâncias voláteis. Assim, se um recipiente de perfume está aberto em um quarto hermético, eventualmente o perfume irá evaporar do frasco e se disseminar pelo quarto, mas não é provável que esse processo se reverta naturalmente. Ou seja, é improvável, que o perfume espalhado pelo quarto volte ao seu recipiente original, na forma líquida, *naturalmente*. Esse fenômeno estabelece, portanto, uma *ordem* preferencial para os eventos: *antes*, o perfume estava concentrado em seu recipiente, e *depois*, estava difundido no ar do quarto.

Da ordenação que se fundamenta em eventos como a evaporação de um perfume derivam retrospicções e previsões de modelos científicos, e como a ordem *antes-depois* parece *natural e irreversível* esta ordenação pode ser considerada indício de que o tempo possui existência ontológica, e não apenas conceitual. Um fenômeno termodinâmico, no entanto, justamente por ser fundamentalmente probabilístico, não constitui bom fundamento para o estabelecimento de ontologias, pois seu caráter universal pode ser questionado. A existência imanente de uma entidade física como o tempo precisa ser demonstrada de maneira mais substancial do que é possível a partir do recurso a fenômenos aleatórios, apenas prováveis, sendo incapaz de constituir-se como base de uma ontologia consistente. Parece que a conclusão de *Kant*², de que o espaço e o tempo são propriedades subjetivas dos sentidos, e não objetivas, das coisas, se mantém apesar da termodinâmica.

Ocorre que a noção de tempo derivada do fenômeno da difusão está associada à movimentação aleatória de um número grande de moléculas, e segue uma lei estatística enunciada por *Boltzmann*³, em seus estudos teóricos sobre o comportamento dos gases, entre 1872 e 1896, que ele registrou nas *Leituras Sobre a Teoria dos Gases*. Boltzmann percebeu que os processos gasosos sugeriam uma assimetria na passagem do *tempo natural*, e a teoria cinética dos gases levou o cientista a concluir que o *fluxo do tempo* se associava à redução da ordem em sistemas isolados, ou aumento da *entropia*: uma conclusão que influenciou profundamente a física do século XX.

A entropia é uma grandeza física relacionada ao calor, e seu valor máximo para determinado sistema isolado corresponde ao estado de equilíbrio termodinâmico, ou seja, uma situação que se caracteriza pela impossibilidade de realização de trabalho por intermédio de uma *máquina térmica*⁴. Além disso, a *segunda lei da termodinâmica* estabelece que os sistemas isolados inevitavelmente marcham para a máxima entropia, ou máxima desordem. Essa tendência condena os sistemas isolados a uma espécie de *morte térmica*⁵, pois sem diferença de temperatura deixam de existir as fontes quentes e frias necessárias ao funcionamento dos motores térmicos. Em acréscimo, a irreversibilidade natural da evolução da entropia parece delimitar uma assimetria fundamental na natureza, pois associa-se ao sentido da passagem do tempo, do passado para o futuro, e nunca o contrário.

Porém, não está claro se a lei boltzmaniana do aumento da entropia para sistemas fechados pode ser extrapolada ao universo como um todo, primeiramente porque não existem observações que justifiquem a proposição de um universo fechado, e também porque os *buracos negros*⁶, a *matéria e energia escuras*⁷ e outros fenômenos ou entidades cosmológicas ainda desconhecidas podem ser mecanismos naturais de redução de entropia, em oposição à suposição termodinâmica clássica. Ademais, a física não está completa, como demonstram as falhas nas tentativas de *unificação das forças fundamentais*⁸ e a constatação da expansão acelerada do universo, que vem sendo atribuída à ação de uma energia desconhecida cuja influência parece dominar o cosmos. Por isso, não está afastada a hipótese de que mecanismos ainda desconhecidos possam ser capazes de realizar a tarefa da reciclagem térmica, tornando a energia novamente disponível para a realização de trabalho, em um ciclo indefinido.

Assim, supondo que a irreversibilidade da ampliação da entropia não possa ser aplicada universalmente, fica comprometida a tese de que a tendência entrópica é uma espécie de evidência a favor de um tempo objetivo. No máximo, é possível afirmar que o tempo local tem o sentido antes-depois *porque* na região local do universo a entropia sempre aumenta. Mas a extrapolação dessa constatação para o universo inteiro é temerária, pois demanda uma formulação lógica até hoje não realizada.

O TEMPO CRONOLÓGICO, DOS RELÓGIOS

A ciência não mede o tempo, propriamente, mas apenas associa hipoteticamente a *passagem* do tempo à contagem de fenômenos oscilatórios estáveis dos mais variados tipos, ou à velocidade da luz. Desde o transcorrer dos dias e noites, passando pelos pêndulos e chegando a emissões de césio, sem esquecer os balancins dos relógios mecânicos clássicos, os masers, o rubídio, o hidrogênio, os pulsares, e aquele que é atualmente o mais barato e comum de todos: o cristal de quartzo. Para todos os efeitos práticos, então, ao medir a duração de um fenômeno demarcado por dois instantes em uma sequência de eventos, simplesmente são determinados quantos ciclos de um oscilador estável se completaram durante o processo. Em última análise, é este número de oscilações que a ciência chama *intervalo de tempo*. Mas, se o tempo é apenas este número, um fluido

incorpóreo, por que a tendência a atribuir-lhe uma existência até *mais real* do que a das demais grandezas físicas, que são elas mesmas entidades abstratas dos modelos científicos atuais?

De fato, o tempo parece *mais real* no sentido de que essa noção dá lastro a uma grandeza fundamental do Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) e permeia as demais. Praticamente tudo é relacionado ao tempo de forma tão intensa que Ilya Prigogine⁹ chegou a referir-se ao tempo como sendo precedente a todas as demais entidades do universo, já que a irreversibilidade seria uma característica nuclear da natureza.

Apesar disso, o aspecto ultra-fluido da noção de tempo conduz à impressão de que se tem em mãos uma abstração metafísica emanada exclusivamente da mente, mais etérea ainda que a noção de quantidade matemática, pois desta é possível derivar verdades cujo valor é inegável em seu contexto. Para o tempo, porém, não há experimento ou demonstração formal que lhe atribua realidade, dentro ou fora de suas fronteiras conceituais, e nem sequer é possível provar-lhe o suposto fluxo. Em que pese o senso comum, que afirma veementemente a existência do tempo, o tempo físico pode não ser mais que uma crença científica. Como indaga Paul Davies¹⁰ (1999, p. 340) sobre o mesmo tema, "... que realidade pode ser atribuída a um fenômeno que nunca pode ser demonstrado experimentalmente?"

Não se nega, evidentemente, a ocorrência de transformações, a ordenação dos eventos observáveis não caóticos ou a correção da aplicação da lógica formal à causalidade comum, mas sim que a mudança inerente ao mundo fenomênico implique necessariamente um tempo ontológico. Ao que parece, portanto, o tempo pode ser uma produção puramente mental, cuja função pragmática de ordenar as observações é realizada a contento sem a concorrência de qualquer materialidade ou imanência. O caráter insuspeito do tempo do senso comum, no entanto, às vezes usado em comprovações tautológicas de sua existência real, declara pouco mais que uma veleidade. O tempo sequer pode ter sua consistência fundada, por analogia, no problema filosófico medieval dos *universais*¹¹, pois os universais têm a seu favor, pelo menos, a materialização das unidades que constituem seus indivíduos, enquanto do tempo sequer é possível materializar uma unidade, pois que o instante também é tempo imaterial. Em termos filosóficos radicais, portanto, um conjunto de imaterialidades não pode constituir uma materialidade, assim como o tempo não pode ser o universal de qualquer conjunto de instantes.

O TEMPO TECNOLÓGICO, MATEMÁTICO E ABSOLUTO

Desde uma perspectiva histórica, a necessidade da medição precisa do tempo se acentuou com as grandes navegações e com o trabalho assalariado, resultando no desenvolvimento de relógios melhores que os baseados na simples observação de fenômenos naturais associados ao movimento da Terra, ampulhetas, clepsidras e velas marcadas. Assim, antes do surgimento dos relógios tecnológicos modernos e contemporâneos, de pêndulo, de balancim e eletrônicos, a percepção do curso do tempo foi materialmente vinculada às mudanças que aconteciam em dado objeto ou sistema, e nada havia nele de universal. O tempo, como grandeza física independente e de fluxo perfeito, surgiu na ciência com Galileu Galilei¹², idealizador da utilização do movimento pendular como fonte de compasso prático para a construção de relógios mecânicos. Os poucos relógios mecânicos antes de Galilei eram baseados no freio dinâmico de peças girantes e, sendo susceptíveis a grandes erros, conseguiam apenas indicar aproximadamente o transcurso dos dias e noites. Assim, a partir da elevação do conceito do tempo a um patamar tecnológico, Isaac Newton¹³ pôde idealizar um esquema conceitual de grande sucesso, culminando com o modelamento dos fenômenos natu-

rais mais relevantes, usando para isso um tempo que denominou *matemático*.

A ciência passou a considerar o tempo matemático e independente newtoniano no contexto de um determinismo radical pelo menos até 1905, quando a Teoria da Relatividade Restrita¹⁵, de Einstein¹⁵, foi apresentada aos cientistas. A Relatividade pôs fim à ideia de um tempo absoluto, pois permitiu prever que a *passagem* do tempo poderia ter compasso diferente para observadores situados em diferentes sistemas de referência, conforme seus estados de movimento ou da aceleração da gravidade a que estivessem submetidos. A teoria einsteiniana é paradigmática e contribui para a fragilização da hipótese de um tempo ontológico, tendo basicamente três tipos de comprovações experimentais: a) envolvendo o aumento do tempo de vida de partículas microscópicas em alta velocidade; b) envolvendo a redução na frequência de oscilação de bases de tempo atômicas ou piezoelétricas colocadas em aviões e satélites, e; c) envolvendo a curvatura de raios de luz por ação gravitacional.

No entanto, ainda que a Teoria da Relatividade venha a se mostrar incompleta ou equivocada isso não recolocará o tempo em uma condição de independência ou constância, pois há cientistas que consideram que o fenômeno da flexibilidade do fluxo do tempo pode ser compreendido até mesmo sem o apelo à Relatividade. Bruce Harvey¹⁶, por exemplo, sugere que a alteração relativística do tempo pode ser prevista corretamente pela consideração do aumento da densidade de energia das partículas e corpos envolvidos. Sem se referir ao tempo propriamente, mostra que a alteração da frequência de oscilação dos circuitos eletrônicos de relógios em órbita terrestre é modificada pela alteração da massa (inércia) dos elétrons oscilantes, o que produziria a mesma correção prevista pela Relatividade. Assim, a simultaneidade mostra-se inconsistente tanto dentro da teoria clássica quanto da relativística. Por isso, Davies também afirma que:

[...] só existe uma conclusão racional a extrair da natureza relativa da simultaneidade: os eventos no passado e futuro têm que ser exatamente tão reais como os eventos no presente. De fato, a própria divisão do tempo em passado, presente e futuro parece fisicamente sem sentido. Para acomodar os *agoras* de todo mundo [...] os eventos e momentos têm de existir *todos juntos* através de uma extensão no tempo. (DAVIES, 1999, p. 92)

Sendo o tempo inconstante, susceptível a fenômenos gravitacionais, dinâmicos e cinéticos, sua permanência no rol das entidades físicas de primeira grandeza do SI sugere certa cautela quanto à precisão da descrição física dos eventos. Essa fragilidade, embora não chegue a afetar visivelmente eventos macroscópicos do cotidiano, mostra-se em certos experimentos realizados com partículas de luz (fótons), elétrons e partículas alfa (núcleos de átomos de hélio).

O TEMPO DUVIDOSO, DO EMARANHAMENTO QUÂNTICO

A ciência conhece certos fenômenos para os quais, dependendo do referencial teórico utilizado, a noção do transcorrer do tempo pode deixar de fazer sentido, como ocorre com a reflexão parcial da luz em lâminas de vidro transparente. Sabe-se, pela experimentação, que uma parte da luz que incide em uma lâmina de vidro atravessa-a, enquanto outra parte é refletida com o mesmo ângulo de incidência. Justamente isso faz com que uma pessoa consiga enxergar sua imagem sobreposta à paisagem, ao olhar através de uma janela de vidro, especialmente se a luminosidade interna for intensa. O modelo descritivo desse fenômeno, aparentemente simples, quantifica a parcela da luz incidente que é refletida e a parcela que é refratada, em uma relação que depende da espessura da lâmina de vidro.

Como a luz apresenta um comportamento duplo, surgindo nas descrições

físicas às vezes como partícula e às vezes como onda eletromagnética, um cientista pode realizar um experimento instalando sensores capazes de contar os fótons que atravessam a lâmina de vidro, assim como os que são refletidos. Apesar de não ser previsível se um fóton individual irá atravessar ou ser refletido na lâmina, porque isoladamente eles têm comportamento aleatório, a proporção entre o número de fótons refletidos e refratados depende da espessura do vidro, e é constante para um dado arranjo experimental. O resultado deste experimento sugere que a luz é mesmo constituída de fótons isolados porque os dois sensores jamais são acionados simultaneamente, mas sim apenas um ou outro de cada vez, como se a luz fosse composta por entidades individuais. No entanto, há também experimentos que sugerem o contrário, levando a crer que a luz é uma onda eletromagnética. A este comportamento duplo a ciência denominou dualidade onda-partícula.

Assim, assumindo-se por um momento a característica particular da luz, é razoável presumir que algum fenômeno que ocorre quando o fóton se aproxima da superfície do vidro determina se aquele fóton específico vai ser refratado ou refletido. No entanto, como essa determinação é realizada numa proporção que considera a espessura do vidro, pode-se supor que existe algum mecanismo mais rápido que o fóton, capaz de obter informação sobre essa espessura, retornando-a à partícula no instante em que ela toca a lâmina, ou antes disso. Mas não existe, como sabemos da Relatividade, qualquer meio de transmissão de matéria, energia ou informação que exceda a velocidade dos fótons, que é a própria velocidade da luz. Por conseguinte, seria falacioso pressupor um *mensageiro* (uma partícula de troca) que transmita a informação desde a outra superfície do vidro.

Desse paradoxo experimental emerge a conclusão de que o comportamento dos fótons incidindo sobre lâminas de vidro não tem correspondência com experiências macroscópicas do cotidiano, e não pode ser explicado com argumentos derivados do senso comum. Entre outras interpretações, o fenômeno pode ser compreendido presumindo-se que o *fluxo do tempo* não seja tão *real* para o fóton quanto é para entidades macroscópicas, ou pode ser que não exista separação entre o fóton e a lâmina de vidro, e ambos formem um sistema instantaneamente interligado. De qualquer modo, a noção de tempo como algo aplicável a fótons sai prejudicado deste experimento.

Outro experimento do século XX, inspirado em uma montagem realizada originalmente por *Young*¹⁷, em 1801, é exemplo que pode ser compreendido também como sugestivo da inexistência ontológica do tempo. Nele, um feixe de fótons, elétrons ou partículas alfa é focalizado em uma placa metálica contendo duas pequenas fendas, formando depois da placa uma figura de interferência em uma chapa fotográfica. Parece que as partículas que emergem das fendas interagem de alguma forma, talvez eletromagneticamente, o que resulta em uma figura de interferência na chapa fotográfica, de forma análoga ao que ocorre quando duas pedras são jogadas simultaneamente em um lago calmo. As ondas geradas na água pelas duas pedras eventualmente se encontram, e constituem um padrão de interferência ordenado. No entanto, se uma única pedra for jogada na água, as ondas geradas por ela não terão como interagir, pois não há outro fenômeno ondulatório ocorrendo simultaneamente.

Assim, também por analogia, pode-se imaginar que se a fonte emitir um único fóton, elétron ou partícula alfa de cada vez não poderá surgir uma figura de interferência na chapa fotográfica, pois inexistente a *outra partícula* com quem a primeira interagiria para gerar a figura de interferência. Presume-se, portanto, que uma *única partícula* emitida a cada instante passe por *uma única fenda*, emergindo sozinha desta fenda e sensibilizando a chapa fotográfica em um único ponto, sem interferência. Pela mesma razão da experiência da refração/reflexão de fótons em lâminas de vidro, esta única partícula também não pode ser influenciada pela existência ou inexistência de outra fenda além da que ela

atravessou, pois seria necessário trânsito de informações em velocidade acima do limite da luz.

Estranhamente, porém, mesmo quando a intensidade do feixe de partículas é reduzido até que apenas uma partícula seja emitida pela fonte, de cada vez, a figura de interferência continua a se formar na chapa fotográfica, e só não se forma quando uma das fendas é fechada ou quando detectores são posicionados sobre as fendas, de modo a informar o observador por qual delas circulou a partícula. Disso surgem muitas perguntas, como por exemplo: Com o quê a partícula interage e produz interferência quando viaja isoladamente? Como a interferência é anulada pelo fechamento de uma fenda, se a partícula que atravessa a outra fenda, em princípio, não pode ter sofrido influência do fechamento justamente porque não viajou na direção do furo fechado? Como a instalação de detectores anula a interferência, se os furos permanecem abertos?

Do mesmo modo como ocorre com o experimento da lâmina de vidro, não é coerente imaginar que à partícula esteja associada uma espécie de *signal de radar* mais rápido que a luz, que vasculhe a montagem do experimento detectando a presença de sensores ou dos furos, afinal os fótons já se movem à velocidade da luz, e parece que nada pode ultrapassar essa velocidade. Do ponto de vista da mecânica quântica, o fóton poderia ter interferido com ondas de probabilidade de suas possíveis trajetórias futuras ou, aceitando a existência de muitos universos, o fóton poderia ter interferido com seu equivalente pertencente a uma realidade alternativa. A hipótese da interferência das múltiplas trajetórias possíveis tende a ser paradigmática, nesse momento, mas nem por isso a questão fica compreendida. Em qualquer caso, a noção de um tempo imanente e ontológico se desvanece ante modelos que incluem interferência entre *realidades múltiplas* ou *trajetórias futuras*.

Com a eliminação da hipótese da existência ontológica do tempo, também seriam anuladas as barreiras que impedem às partículas dos experimentos anteriores *conhecerem* os obstáculos à frente e, nesse caso, seria plausível compreendê-las como estando *instantaneamente* ligadas a todas as outras porções do universo. Conclusão semelhante também se pode extrair dos resultados dos experimentos com fótons pareados, de Aspect¹⁸. Tradicionalmente, o experimento de Young é compreendido a partir da dualidade onda-partícula, que submete todo tipo de matéria a uma existência na qual às vezes se manifesta um caráter corpuscular, e às vezes um caráter ondulatório. Ainda assim, permanece dúvida sobre como a ciência deve encarar a grandeza tempo, que parece não afetar fótons e elétrons, em determinadas circunstâncias experimentais, enquanto se apresenta tão real no mundo macroscópico cotidiano.

O TEMPO VIRTUAL, DA MODERNIDADE

O tempo também pode ser compreendido como uma criação da realidade virtual na qual alguns físicos creem que tudo ganha existência. Nessa linha de pensamento, defendida por *Deutsch*¹⁹, inspirada em jogos de computador, como simuladores de pilotagem ou jogos de ação em primeira pessoa, o tempo é uma entidade definida pela capacidade de processamento do universo, e por isso somente tem sentido dentro desse mesmo universo. A realidade seria, então, algo como o produto do processamento de um computador, e não teria existência objetiva além deste suposto programa de computador que a constrói em tempo real. Neste caso, a velocidade de passagem do tempo no mundo virtual pode variar conforme a velocidade do processador ou de outros programas que estejam sendo simultaneamente executados em uma plataforma multitarefas global.

Considerando os jogos e computadores que podem ser comprados hoje, a dificuldade tecnológica de rodar o mesmo jogo em plataformas com diferentes desempenhos foi parcialmente superada com estratégias dinâmicas, como a

fixação de configurações mínimas de máquina, sem as quais o jogo sequer pode ser instalado ou jogado, e a modificação da resolução ou da velocidade de atualização dos quadros ou vetores nas imagens geradas, conforme o desempenho do processamento. Mas muitos dos jogos de uma ou duas décadas exigiam mais processamento do que os computadores medianos de então eram capazes de realizar em tempo real, e isso era percebido pelo jogador de uma forma muito estranha: o tempo do jogo parecia transcorrer mais lentamente ou mais rapidamente, conforme permitia o desempenho do processamento de seu computador.

Os jogadores de então tinham esta percepção apenas porque não estavam verdadeiramente *no jogo*, mas sim operando uma representação sua (um *avatar*) naquele universo virtual. Se o jogador estivesse *dentro do jogo*, como está seu *avatar*, não poderia notar a passagem mais lenta ou mais rápida do tempo porque todos os fenômenos que operam naquele universo virtual estão submetidos ao mesmo ritmo de processamento, inclusive os mecanismos de percepção do seus habitantes virtuais. Nesse caso, se um desses avatares pudesse olhar a realidade do jogador que controla o computador, teria a impressão inversa, mas não menos real, de que o tempo passa mais rapidamente ou mais lentamente naquele novo mundo que descobriu.

Trazendo esta concepção ao mundo físico, pode-se reconhecer que tudo o que a ciência tem são hipóteses acerca do tempo, pois as experiências sensoriais são totalmente virtuais, mediadas pelos sentidos e demais mecanismos perceptuais do sistema nervoso, tanto quanto são virtuais para os avatares dos jogos de computador. Não há certezas sobre a realidade porque, em última análise, o mundo que se imagina situado externamente ao *eu* é apenas uma construção mental, uma representação da realidade, tanto quanto a representação criada em um computador. Os sentidos são a interface de comunicação do *eu* com o mundo, pois todas as sensações são intermediadas, ou indiretas. Sobre isso, Deutsch afirma que a

Imaginação é uma forma direta de realidade virtual. O que pode não ser tão óbvio é que nossa experiência *direta* do mundo por meio dos sentidos também é realidade virtual. Pois nossa experiência externa nunca é direta, nem mesmo sentimos os sinais dos nossos nervos diretamente – não saberíamos o que fazer com os fluxos de impulsos elétricos que eles carregam. O que experimentamos diretamente é uma representação em realidade virtual, convenientemente gerada para nós por nossa mente inconsciente a partir de dados sensoriais mais teorias inatas e adquiridas, (isto é, programas) sobre como interpretá-los. [...] Mas nunca sentimos diretamente essa realidade. [...] Todos os raciocínios, todos os pensamentos e todas as experiências externas são formas de realidade virtual. (DEUTSCH, 2000, p. 91)

Além do acesso direto à realidade ser uma impossibilidade, dada a mediação dos sentidos, existem evidências de que os próprios sentidos humanos não seriam suficientes para a construção de uma representação fiel de um universo externo, supondo sua existência independente. Pode-se demonstrar experimentalmente que ocorrem percepções de coisas que não têm existência detectável por instrumentos, como acontece, por exemplo, com a sensação das cores, reconhecidas como a impressão produzida por radiações eletromagnéticas com comprimento de onda definido dentro do *espectro visível*²⁰. Nesse espectro, cada cor tem um comprimento de onda característico, que pode ser medido com um espectrorradiômetro comum. Se, porém, forem projetados simultaneamente sobre um anteparo branco um feixe de luz vermelho sobre um feixe de luz verde de igual intensidade, com a ajuda de dois projetores, se produzirá um fenômeno denominado adição de cores, e um observador humano perceberá apenas uma luz amarela, que não existe senão em sua percepção. Um espectrorradiômetro

apontado para o anteparo continuará identificando ali as duas cores originais, mas não o amarelo. A percepção humana vê, portanto, sob certas condições, algo que empiricamente não existe, ou seja, a percepção falha e, por isso, em sentido estrito, esta capacidade humana não pode ser considerada uma fonte de informações confiáveis para o modelamento de um universo externo. Pelo menos não se este modelamento for entendido como uma representação fiel do universo.

Outra situação semelhante, porém por subtração de cores, ocorre na impressão colorida em offset, em revistas, outdoors e jornais, onde pontos amarelos e azuis são colocados próximos para produzir a percepção global de verde, sem que se use pigmentos verdes. Tanto no caso da adição das cores verde e vermelha, como no caso da subtração das cores amarela e azul, o olho recebe duas ondas eletromagnéticas distintas, mas o observador enxerga apenas amarelo ou apenas verde, respectivamente. Em síntese, o que o observador vê não é mais do que uma representação simplificada ou equivocada da realidade. Apenas uma interpretação. Assim, é discutível se os seres humanos podem afirmar ou refutar, com base em suas percepções, qualquer coisa fiável sobre um possível mundo externo. Este, aliás, é o primeiro argumento cético elaborado por Descartes, no século XVII, que continua inabalável apesar dos vários filósofos que tentaram refutar o ceticismo cartesiano, e do grande desenvolvimento científico e tecnológico que se seguiu a ele.

Além do mais, é teoricamente possível criar ambientes virtuais computacionais regidos por leis físicas exatamente iguais às do universo conhecido, com duas únicas condições: a) que todas as leis físicas sejam plenamente compreendidas, o que evidentemente ainda não é verdade, e; b) que o mundo criado não seja infinitamente complexo, ou, em outras palavras, que exista um quantum de informação, um pacote mínimo de informação que não possa ser dividido, o que, curiosamente, parece ser verdade no nosso universo. Claro que essa programação poderia exigir muitas mentes e computadores com memórias grandes, mas não seria necessário, rigorosamente, sequer um supercomputador. Mesmo um pequeno processador poderia criar um ambiente virtualmente idêntico ao mundo natural, desde que tivesse tempo suficiente para construir quadro-a-quadro esta realidade inventada. E os habitantes deste mundo virtual não perceberiam a construção lenta, pois seu tempo é completamente determinado pela própria programação e pelo relógio do computador, independente do tempo do programador externo ao processador. Assim, qualquer computador poderia realizar quantidades indefinidamente grandes de processamento entre dois instantes sucessivos do universo virtual, simulando uma realidade arbitrariamente complexa, e os seres deste mundo virtual experimentariam uma existência temporal semelhante em tudo ao que se entende como característico de uma existência real.

O próprio tempo poderia ser uma definição necessária apenas para o mundo virtual, como uma decorrência do processamento da simulação, sendo inexistente no universo do processador/programador, cujo ambiente atemporal seria simultaneamente instantâneo e eterno. O tempo do mundo virtual corresponderia, portanto, apenas à conexão entre elementos sequenciais de movimento, justamente como o fluir da fita perfurada da máquina de *Turing*²¹, ou o relógio em um *processador numérico convencional*²². Para os seres desse universo virtual, evidentemente, o tempo teria uma natureza controversa e fugidia, pois pareceria ser diferente de tudo o mais e, no entanto, estaria intrinsecamente ligado a todos os fenômenos. Estes seres certamente incluiriam o tempo em uma categoria *a priori* de grandezas físicas fundamentais, composta por entes axiomáticos de sua ciência, dos quais outras grandezas seriam derivadas. Como um índice que define o ritmo com que os fenômenos ocorrem, o tempo estaria invariavelmente representado na descrição científica de todos os fatos e leis físicas que designam transformações. Claro que essas leis teriam que ser simétricas

em relação ao tempo, mantendo-se invariáveis ainda que o fluxo do tempo fosse hipoteticamente invertido, pois sendo este apenas um índice que associa eventos sequenciais não faz sentido entendê-lo como tendo um sentido preferencial.

O TEMPO ATEMPORAL, DAS SINCRONICIDADES

A corrente psicológica que abordou a questão do tempo mais profundamente foi a Psicologia Analítica, em parte devido ao conceito junguiano de *sincronicidade* (JUNG, 1991). Esta é uma ideia empírica – um tipo de *coincidência significativa* observada por Carl Gustav Jung na clínica e no cotidiano, posteriormente incorporada ao modelamento do psiquismo.

A escolha de Jung pela palavra *sincronicidade* para designar esta classe de eventos está associada ao conceito físico denominado *sincronismo*, que representa a tendência física de sistemas oscilantes ressonantes ajustarem-se mutuamente e de forma autóctone. O sincronismo entre os sinais elétricos de uma antena emissora e uma receptora é o que permite a comunicação via ondas eletromagnéticas, por exemplo.

Embora em várias passagens explicando as *sincronicidades* Jung utilize a expressão *simultaneidade*, as sincronicidades têm menos relação com o tempo do que com a coincidência de significados, já que o fenômeno sincronístico implica simultaneidade no contexto de um processo, e não necessariamente em um instante no tempo. Sincronicidade expressa, assim, a identidade de sentidos que envolve fatos não relacionados por processos causais, sem explicitação de uma disposição temporal específica. A *simultaneidade* junguiana das sincronicidades é espalhada no tempo, não sendo sinônimo de instantaneidade compartilhada.

Isso fica claro na categorização das sincronicidades, na qual Jung relativiza a simultaneidade temporal e espacial, estabelecendo-as como possibilidades. Nessa categorização se torna evidente que Jung estava a par das noções da física de sua época, e sabia que tanto o tempo quanto o espaço são relativos. Essa relatividade implica que não há como afirmar de modo categórico que eventos distintos têm instantaneidade compartilhada, pela falta de um referencial privilegiado.

Além disso, a irrelevância da disposição temporal dos fatos envolvidos num fenômeno sincronístico oculta um aspecto peculiar das sincronicidades, decisivo para o entendimento ampliado da própria noção de tempo: Se a natureza funciona, ou é constituída, de tal modo que fatos com evidente ligação significativa prescindem de uma ordem temporal específica, disso decorre que não são distinguíveis causas e efeitos, ou seja, o tempo não pode ser um fator de ligação ou ordenação de fatos correlacionados – ao contrário do que parece ao senso comum.

As sincronicidades, assim, constituem indícios de que a existência ontológica do tempo pode ser questionada, na medida em que se trata de um conceito que, sob certo ponto de vista, é dispensável e antropomórfico.

O TEMPO DA TOTALIDADE

Concluindo esta reflexão sobre o tempo, um fato notável merece atenção: na descrição científica da natureza todas as grandezas fundamentais do SI são mais ou menos explicitamente temporais. Além do próprio tempo (unidade: segundo), que evidentemente é temporal, a intensidade luminosa (unidade: candela), a temperatura termodinâmica (unidade: kelvin), a intensidade de corrente elétrica (unidade: ampere), a massa (unidade: quilograma), o comprimento (unidade: metro) e a quantidade de matéria (unidade: mol), são relacionadas à temporalidade.

Esta relação é altamente explícita no caso da intensidade luminosa, da temperatura e da corrente elétrica, pois estas grandezas envolvem fluxo, agitação e

condução, respectivamente, que remetem imediatamente ao tempo. Também é explícita a relação da massa e do comprimento com o tempo, pela dependência relativística que ambas mantêm. Menos explícita é a relação entre quantidade de matéria e tempo, porém uma exploração mais íntima da natureza do estado sólido logo consubstancia esta relação: em sua menor manifestação a matéria emerge na forma de quarks, que não são encontrados isoladamente, mas apenas em estados confinados, em associação com outros quarks. Ora, toda associação implica relação, envolvendo compartilhamento de alguma entidade, ou seja, movimento e, portanto, tempo.

Assim, estranhamente, todas as grandezas fundamentais do SI são temporais, e justamente isso pode ser argumento contra uma suposta realidade ontológica do tempo. Aquilo que *está em tudo*, na mesma medida não *está em nada*, pois sem o contraste distintivo entre o que é e o que não é a percepção torna-se embaçada. O tempo, aliás, é o componente do contexto natural que mais possui características francamente mentais, e pode ser um ótimo argumento para atribuir à realidade uma natureza psíquica. Por isso, Erwin Schrödinger afirmou que "... a teoria física em seu estágio atual sugere fortemente a indestrutibilidade da mente pelo tempo". (SCHRÖDINGER, 1997, p. 164). Como não há como descrever precisamente o comportamento do tempo sem recorrer a expressões que remetem novamente a ele, numa espécie de armadilha circular, o tempo pode ser melhor sentido que compreendido, recorrendo-se aos mitos e às artes.

Além disso, o tempo nunca foi definido, mas sim reconhecido como um pressuposto *natural e irrecorrível*, ou seja, um axioma, e seu fluxo foi tido como imutável e independente dos demais fenômenos desde os *Principia* newtonianos até Einstein, com sua eletrodinâmica dos corpos em movimento. A partir da Teoria da Relatividade a noção científica de tempo se flexibilizou, mas a ciência não conhece melhor o tempo por isso, e ele continua constituindo um mistério. ❏

Notas

1. Difusão consiste no fluxo autônomo de uma substância de um lugar onde sua concentração é maior para um lugar onde sua concentração é menor. É um fenômeno conhecido da mecânica estatística e largamente aplicado na dopagem de semicondutores, por exemplo.
2. Filósofo alemão do início da era moderna, Immanuel Kant (1724-1804) era ligado às ciências naturais e foi fundador do idealismo transcendental, cujo centro é o reconhecimento de que não é possível conhecer a coisa em si, mas apenas o que os sentidos nos informam sobre ela.
3. Ludwig von Boltzmann (1844-1906), físico austríaco responsável pelo desenvolvimento da mecânica estatística. Juntamente com Joseph Stefan tratou do espectro do corpo negro.
4. Máquinas térmicas são sistemas termomecânicos que necessitam de uma fonte quente e uma fonte fria para funcionarem. Exemplos de máquinas térmicas são os motores de automóveis e os refrigeradores.
5. Morte térmica é o nome que os físicos dão a um possível estado final futuro do universo, caracterizado pela máxima entropia e homogeneidade na distribuição da energia, e se baseia na segunda lei da termodinâmica. Nesse estado, não haveria possibilidade de movimento e, portanto, vida conhecida.
6. Buraco negro é uma singularidade gravitacional, isto é, uma estrela com uma determinada massa e num determinado estágio de desenvolvimento, cuja gravidade não pôde ser equilibrada pelas forças nucleares, colapsando sobre si mesma. A concentração de matéria no núcleo do colapso se torna tão grande que o campo gravitacional associado chega a impedir que a própria luz consiga deixar a região. O nome Black Hole foi dado por John Wheeler, em 1969, pois um objeto com essas características não poderia ser visto e, além disso, deformaria o espaço-tempo ao seu redor, encurvando os raios luminosos para dentro de si. Diversos buracos negros têm sido detectados no núcleo das galáxias e em sistemas estelares distantes.
7. Matéria escura e energia escura são entidades postuladas pelos astrofísicos contemporâneos na construção de um modelo capaz de solucionar teoricamente duas questões: a) o problema da diferença entre a massa total e a massa visível do universo, e; b) o problema do afastamento acelerado das galáxias distantes. As evidências da existência destas entidades até o momento são indiretas.
8. A unificação das forças fundamentais é o objetivo máximo da física, também chamada de teoria de tudo. As forças fundamentais conhecidas são a eletromagnética, a gravidade, e as forças nucleares forte e fraca. Ultimamente, a força nuclear fraca e a força eletromagnética têm sido compreendidas como manifestações de uma força denominada eletrofraca. A força gravitacional, porém, resiste à unificação porque no contexto da Relatividade a gravitação não é considerada uma força, mas sim a manifestação da deformação do espaço-tempo.
9. Químico russo, naturalizado belga, ganhador do Prêmio Nobel de química de 1977 e autor de livros sobre o caos e a irreversibilidade dos fenômenos físicos e químicos.
10. Paul Davies é físico e prolífico escritor de divulgação científica. Nasceu em Londres e mora em Adelaide. Doutorado em 1970, na University College, de Londres. É professor de Física Teórica, Física Matemática e Filosofia Natural, em Adelaide. Publicou mais de 100 artigos sobre cosmologia, gravitação, teoria quântica, buracos negros e origem do universo. Tem aproximadamente 30 livros escritos, entre os quais Deus e a Nova Física (ver bibliografia), A Mente de Deus (ver bibliografia), Os Últimos Três Minutos (ver bibliografia), O Enigma do Tempo (ver bibliografia), e O Quinto Milagre (ver bibliografia).
11. O Problema dos Universais marcou a filosofia da época medieval, e envolve basicamente a natureza da designação genérica de todos os entes de uma dada categoria. Por exemplo, podemos compreender a existência desta cadeira em que estamos sentados, mas seria possível existir algo como uma cadeira genérica? Quanto a este aspecto da metafísica, os filósofos se distribuem entre os realistas, que atribuem aos universais uma existência transcendente em relação ao objeto em si, e imanente, em relação às entidades individuais, os conceitualistas, que postulam que se trata de um conceito gerado a partir da experiência do múltiplo, e os nominalistas, que creem que um universal é apenas uma palavra, um som emitido pela voz de alguém.
12. Galileu Galilei foi um cientista italiano do Renascimento, ao qual se atribui papel fundamental na revolução científica pelo uso que fez do método científico, da matemática e da experimentação, em contraposição ao método aristotélico, até então utilizado.
13. Isaac Newton foi um cientista inglês do início da era moderna, considerado por muitos como o maior físico de todos os tempos, idealizador da teoria da gravitação e do cálculo infinitesimal.

14. Teoria da Relatividade Restrita é o nome comum dado à teoria einsteiniana que considera a inexistência de sistemas de referência absolutos, a invariância da velocidade da luz e a correspondência massa-energia.
15. Albert Einstein foi um físico alemão que revolucionou a ciência ao propor, em 1905, que massa, tempo e espaço são interdependentes, e que a velocidade da luz é incedível. Também considerado por muitos como o maior físico de todos os tempos.
16. Bruce Harvey é professor em Londres, e tem uma página de física no endereço <http://users.powernet.co.uk/bearsoft/> onde expõe suas ideias.
17. Thomas Young foi um médico britânico que viveu na passagem dos séculos XVIII para o XIX, e deu importante contribuição à física em estudos como da natureza da luz e da resistência mecânica dos materiais.
18. Alain Aspect é físico francês contemporâneo, membro da Académie des Sciences, e realizou uma prova experimental da desigualdade de Bell na década de 1980-1990, mostrando que fótons pareados se comportam não-localmente (instantaneamente) a qualquer distância arbitrária.
19. David Deutsch é um físico israelense contemporâneo, escritor, especialista em computação quântica e professor da Universidade de Oxford, adepto da teoria do multiverso.
20. Espectro Visível é o nome que se dá ao conjunto das radiações eletromagnéticas percebidas como luz, pela visão humana, geralmente representadas em uma escala horizontal de comprimentos de onda, em nanômetros (10^{-9} m). A luz vermelha tem comprimento de onda próximo de 760 nm, o amarelo tem aproximadamente 590 nm, o verde por volta de 535 nm e o azul ao redor de 430 nm.
21. Alan Turing foi um matemático, lógico, criptoanalista e cientista da computação britânico, em meados do século XX. Influenciou o desenvolvimento da ciência da computação e formalizou o conceito de algoritmo com a chamada máquina de Turing, que inspirou o desenvolvimento dos futuros computadores.
22. Processador numérico designa qualquer chip empregado no processamento computacional de dados, como os utilizados em eletrodomésticos inteligentes, microcomputadores, automóveis, alarmes, controladores industriais e agendas eletrônicas, por exemplo.

Referências Bibliográficas Diretas

- DAVIES, Paul, *Deus e a nova física*. Lisboa: Setenta, 1985.
- _____, *A mente de Deus*. São Paulo: Rio de Janeiro: Ediouro, 1994.
- _____, *Os três últimos minutos*. Rio de Janeiro: Rocco, 1994.
- _____, *O enigma do tempo*. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.
- _____, *O quinto milagre*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- DEUTSCH, David. *A essência da realidade*. São Paulo: Makron Books, 2000.
- JUNG, C.G. *Sincronicidade*. Petrópolis: Vozes, O.C. VIII/3, 1991.
- SCHRÖDINGER, Erwin. *O que é a vida?* São Paulo: Unesp, 1997.

Referências Bibliográficas Complementares

- BOHM, David e Krishnamurti, J., *A eliminação do tempo psicológico*. São Paulo: Cultrix, 1995.
- HAWKING, Stephen, *Uma breve história do tempo*. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.
- _____, *A natureza do espaço e do tempo*. Campinas: Papirus, 1997.
- MILLS, Robert, *Space, time and quanta*. New York: Freeman, 1994.
- NOVELLO, Mário, *O círculo do tempo*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- PEREIRA, Alfredo, *Irreversibilidade física e ordem temporal*. São Paulo: Unesp, 1997.
- RAY, Christopher, *Tempo, espaço e Filosofia*. Campinas: Papirus, 1993.
- SANTOS, Horta, *O tempo e a mente*. Rio de Janeiro: Nova Era, 1998.
- SIEGFRIED, Tom, *O bit e o pêndulo*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- WAINBERG, Steven, *Os primeiros três minutos do Universo*. Lisboa: Gradiva, 1977.