



Ressignificações do tempo na física e na pandemia

Lucas Felipe de Souza

Sandro Adrián Baraldi

Desde o início da civilização, e através da história, o conceito de tempo foi ressignificado por diversas vezes, e ainda hoje o propósito e a natureza do tempo estão incertos. Na física, o tempo passa por mudanças de acordo com a necessidade do estudo: absoluto ou relativo, determinístico ou aleatório. Isto leva ao questionamento de se é realmente o tempo que se trata de algo incerto ou se apenas nossas percepções sobre o tempo são imprecisas, ajustadas de acordo com cada situação. Até o ano de 2019, a percepção do tempo de muitas pessoas era apenas uma, de certa forma quase uniforme, mas o início da pandemia abalou tais percepções; o isolamento social estendido por mais de um ano, a alteração drástica e privação do convívio social levou muitas pessoas a ressignificarem sua noção de tempo. Os dias em *home office* e de distanciamento social aparentam ser de durações diferentes aos do passado; planos feitos para a nova década se desfazem, um futuro traçado e determinado, agora se torna incerto. Tais percepções já eram comuns anteriormente, mas parecem ter se potencializado com a pandemia.

Neste texto, analisaremos como o tempo foi descrito no decorrer da história, passando pelos conceitos físicos dele. Faremos, então, uma comparação com as percepções humanas sobre o tempo e quais dessas foram alteradas após o surgimento da Covid-19.

No começo da civilização, as primeiras tentativas teóricas para descrever e explicar fenômenos da natureza envolviam entidades antropomórficas que controlariam tais fenômenos e agiriam de acordo com desejos e comportamentos humanos. Logo, padrões podem ter sido percebidos pelos humanos: o Sol nascia no Leste e se punha no Oeste, a Lua possuía fases que se repetiam periodicamente, as estrelas e os astros seguiam caminhos precisos e previsíveis pelo céu. Os deuses comandariam os fenômenos naturais de uma maneira repetitiva e em sua maioria previsíveis, eles ainda governariam a natureza, mas esses pareciam seguir leis estritas (cf. HAWKING, 2005, p. 141).

Segundo Stewart (2013), há um impulso inato na humanidade a se empenhar para compreender a regularidade da natureza, buscando leis para descrever as complexidades do universo. “Essas regularidades foram primeiro observadas em grande quantidade nos fenômenos astronômicos, por isso civilizações mais antigas já possuíam sofisticados calendários para prever estações e regras astronômicas para prever eclipses” (STEWART, 2013, np.). Essa divisão do tempo também auxiliava a previsão da época ideal para as atividades agrícolas e comércio (cf. CHERMAN, 2011, p. 10).

Foi no século XVII que as descobertas científicas de Galileu, Kepler, Descartes, Newton e muitos outros provocaram uma profunda revisão na concepção ocidental do universo (cf. GLEISER, 1997, p. 93). O dogmatismo religioso deu lugar a resultados comprovados por meio de resultados científicos obtidos a partir da interação entre teorias e experimento. As leis que descreviam o cosmo passaram a ter natureza científica e estritamente matemática, dando início ao conjunto de teorias que ficou conhecido como física clássica.

Entre essas novas descrições da natureza, aquela que estabeleceu o tempo como um parâmetro absoluto foi proposta por Galileu. Para compreender esse princípio, pode-se fazer um experimento mental: considere um passageiro A viajando em um veículo, como um ônibus, a uma velocidade constante. Com uma mão, o passageiro em questão lança, então, uma pequena bola para o alto e a pega em seguida. Para um observador dentro do ônibus, quando questionado qual movimento foi realizado pela bola, facilmente diria que ela fez uma trajetória retilínea para cima e depois para baixo. Agora, imagine um pedestre B posicionado na lateral do ônibus, do lado de

fora, observando a mesma situação enquanto o ônibus passa diante de seus olhos. Quando o passageiro A lançou a bola, o ônibus também estava se movendo, juntamente com tudo dentro dele. Então, questionando o observador B sobre o movimento da bola, ele dirá que a bola foi lançada para cima, mas também se moveu na mesma direção em que o ônibus se movia. Para o observador B, a bolinha realizou dois movimentos, descrevendo uma trajetória em forma de arco ou parábola.

Surge então a dúvida, de que se um corpo, como a bolinha lançada, pode ter seu movimento descrito de maneira diferente por observadores diferentes, qual observador deve ser tomado como referência? A resposta parte de um conceito simples: para ambos os observadores, a bolinha levou o mesmo intervalo de tempo para sair da mão do passageiro e depois retornar. Partindo disso, com alguns métodos matemáticos, é possível transformar o referencial de A em B, e vice-versa. Esse é o chamado princípio da relatividade de Galileu, embora só tenha ganhado esse nome no contexto da teoria da relatividade de Einstein (cf. GAZZINELLI, 2009, p. 7). O tempo então passa a ser absoluto em qualquer lugar do espaço, independentemente do referencial tomado pelo observador.

No século XVIII, as leis da natureza não só foram refinadas, como também estendidas por Newton em sua obra *Princípios matemáticos da filosofia natural*. As equações e cálculos desenvolvidos por Newton descreviam tanto os movimentos simples de objetos na superfície da Terra, como os de corpos celestes no espaço. As mesmas leis de movimento agora podiam abranger qualquer objeto no cosmo.

As descrições precisas do universo que as fórmulas criadas por Newton forneciam produziram uma visão mecanicista da natureza. Gleiser aponta como isso levou a um rígido determinismo na ciência:

Se conhecêssemos as posições e velocidades de todos os objetos em um sistema (por exemplo, o Sol, a Terra, a Lua) em um dado instante, então, usando as leis de Newton, seria, *em princípio*, possível prever as posições dos objetos em qualquer momento do passado ou do futuro! (GLEISER, 1997, p. 198).

O autor também ressalta que a crença nesse determinismo se reflete na hipótese de Laplace de que poderia existir um ser que, de posse da posição e velocidade de todos os objetos do universo em dado instante, seria capaz de descrever não apenas o passado, como todo o futuro da existência. “Todo movimento, pensamento, ou mesmo qualquer surpresa que ocorresse em nossas vidas, boas ou ruins, seria conhecido por essa inteligência gigante” (GLEISER, 1997, p. 198).

A quebra dos paradigmas da física clássica começou com duas novas vertentes da física, a relativística e a quântica, que em conjunto são chamadas atualmente de física moderna. Primeiramente abordaremos a revolução trazida por Einstein e sua Teoria da Relatividade Especial. O tempo absoluto da física clássica começou a ruir quando cientistas observaram pela primeira vez o fenômeno da velocidade da luz, um conceito complexo que pode ser resumido no postulado de Einstein: “A velocidade da luz é independente do movimento de sua fonte” (GAZZINELLI, 2009, p. 26). Um novo exercício mental dá uma noção da complexidade desse postulado: considere o passageiro A, novamente dentro de um ônibus em movimento; desta vez ele usa uma lanterna para lançar um pulso de luz em um espelho diretamente acima dele. O pulso será refletido pelo espelho, e a luz fará um movimento para cima e para baixo, semelhante ao da bolinha. Como no exercício anterior, para o observador B, fora do ônibus, a luz percorrerá um trajeto diferente, como uma parábola; então, para este observador a distância percorrida pela luz será maior. Contudo, de acordo com o postulado de Einstein, a velocidade do pulso de luz não depende do movimento do ônibus, portanto A e B encontrarão a mesma velocidade para o pulso. Sabemos que a velocidade é uma razão entre a distância percorrida por um objeto e o tempo que ele leva para percorrê-la: $v = \frac{d}{t}$. De acordo com o primeiro exemplo, o tempo medido para o pulso subir e descer deve ser o mesmo para A e B, porém, se a velocidade também é a mesma, a conta não estará correta. Um carro não consegue fazer um trajeto de 1 quilômetro e outro de 100 metros, no mesmo intervalo de tempo, mantendo a velocidade. A resposta encontrada por Einstein é: se a luz mantém a velocidade tanto para A quanto para B, o tempo deve estar se dilatando. Iamarino (2017, np.) explica que não é a percepção de tempo que é alterada, pois A e B ainda percebem o tempo da mesma maneira; só quando as observações de ambos são

comparadas, uma diferença é evidenciada: o tempo medido por A é menor que aquele medido por B, resultando na mesma velocidade da luz para ambos.

Uma consequência radical dessa dilatação temporal pode ser ilustrada em mais um exercício mental: imagine que dois irmãos gêmeos fazem um experimento; um permanece na Terra e outro parte em um foguete para uma estrela distante, em uma velocidade próxima à da luz. Como em velocidades altas, o tempo se dilata, ao voltar para a Terra, o gêmeo que foi para o espaço estará mais novo do que o que ficou para trás (cf. GAZZINELLI, 2009, p. 37). Se o passado é definido como os momentos que vivenciamos antes do presente, então o passado dos gêmeos nesse paradoxo não é medido da mesma maneira, pois um viveu mais tempo que o outro.

Assim como na relatividade especial, as pessoas também vivenciam o tempo e o passado de maneira relativa. Segundo Iamarino (2017, np.), a experiência de passagem do tempo é relativa às nossas memórias, como quando o tempo parece passar mais rápido ao fazermos uma tarefa agradável, e mais devagar quando a tarefa é maçante. Da mesma forma, quando guardamos mais memórias de um evento, ele tende a ser lembrado como um período mais longo. Por isso, um dia agradável parece passar rápido, mas pode ser longo na memória, assim como um dia comum de trabalho pode aparentar ser mais longo em seu decorrer, e mal é lembrado após seu fim. Essa relatividade da memória e do tempo experimentado se reflete no período de quarentena de 2020: aqueles que ficaram em isolamento, com *home office* ou não, experimentam um passar do tempo arrastado, levando a situações de ansiedade, estresse ou depressão. Porém, os dias possuem as mesmas durações na pandemia ou no período pandemizaria e talvez a dificuldade em separar as horas de trabalho das horas de descanso no ambiente domiciliar, ou a falta de atividades prazerosas para preencher o tempo em isolamento, estejam despertando nas pessoas essa sensação de que o tempo está estagnado, maçante. Se o passado é relativo, cabe às pessoas registrar com afinco os momentos agradáveis, mesmo que pequenos, pois esses serão aqueles que parecerão mais longos no passado da memória.

Outro conceito alterado pela Teoria da Relatividade Especial foi a simultaneidade (cf. GAZZINELLI, 2009, p. 28). Voltando para o nosso exercício mental com os personagens A e B, imagine agora que B vê o ônibus passar quando dois raios caem simultaneamente, um na frente e outro atrás do ônibus. Agora considere que a

velocidade da luz é constante, mas não é infinita, então, para o passageiro A, a luz do raio que cai na frente do ônibus será percebida assim que o ônibus a alcança, porém a luz do raio que caiu atrás do ônibus levará um atraso para chegar ao passageiro A, visto que ele está se afastando junto com o ônibus. O passageiro A não percebe o evento da mesma maneira que B; para ele um raio caiu, e depois o outro.

Nos tempos de pandemia, parece haver também uma diferente percepção de realidade por parte de diferentes pessoas. A gravidade e urgência da situação parecem não ser assimiladas de maneira simultânea por diferentes observadores. Para alguns, o presente é um tempo de precaução, de isolamento e empatia para com o próximo; esses respeitam protocolos sanitários, evitando contato pessoal e fazendo uso de máscaras. Já outros parecem não compreender esse presente, preferindo agir como no passado, diminuindo a importância de eventos trágicos da pandemia, desprezando protocolos e recomendações sanitárias e até mesmo atacando quem os segue. O presente absoluto pré pandemia agora aparenta ser relativo para esses dois tipos de pessoas.

A Teoria da Relatividade ainda permite certo determinismo na física, pois suas equações e seus postulados trouxeram mudanças na forma de se estudar o movimento no universo, porém, com os novos métodos ainda é possível realizar previsões seguras sobre o futuro de qualquer sistema. Foi em outra vertente da física moderna, que também começou a se formar no início do século XX, que o determinismo começou a ser abalado nas descrições da natureza, estava surgindo a física quântica.

No determinismo da física clássica, com posição e velocidade de um objeto bem definidos, teoricamente seria possível descrever o comportamento desse objeto em qualquer instante do passado e do futuro. Porém, o estudo de corpos em escala quântica trouxe uma nova quebra de paradigma para a física. Imagine que se deseje definir a posição de um elétron, uma partícula fundamental que compõe a matéria na natureza. Para isso é necessário ver onde ele está lançando, por exemplo, um feixe de luz para localizá-lo. O problema é que o elétron é tão pequeno que a energia da luz move a posição da partícula, assim, é possível saber a velocidade com que ele se moveu, mas não onde ele estará depois. “Quanto maior a precisão com que você quiser medir a posição da partícula, mais energético será o quantum (menor unidade

possível de luz) que você precisará atirar contra ela” (HAWKING, 2005, p. 95). Brennan (2003, p. 182) faz a analogia de se tentar observar a posição de uma bola de bilhar lançando outra: a colisão as fará atingirem a mesma posição e, logo em seguida, se moverem para posições diferentes. No caso dos elétrons, a incerteza na posição pode aparentar apenas uma falha na precisão dos instrumentos que realizam essas medições, mas já está claro que isso é algo intrínseco à física quântica, pois não é possível determinar simultaneamente a posição e a velocidade de uma partícula com precisão absoluta; a precisão de uma medição diminui a precisão de outra. Isso é tão presente na física quântica que está estabelecido como o princípio da incerteza de Heisenberg (cf. BRENNAN, 2003, p. 182).

A indeterminação da física quântica destruiu o determinismo do futuro nas leis físicas da natureza, o que ainda hoje gera discussões entre filósofos e físicos sobre as implicações do princípio da incerteza. O próprio Einstein era um forte opositor da teoria quântica e sua famosa frase “Deus não joga dados” (HAWKING, 2005, p. 98) representa o ponto de vista daqueles que ainda se apegam ao determinismo da natureza mecanicista.

O princípio da incerteza anunciou um fim ao sonho de Laplace de uma teoria da ciência, um modelo do universo que seria inteiramente determinístico. Certamente não poderemos prever os eventos futuros com exatidão se não formos capazes de, sequer, medir o estado atual do universo com precisão! (HAWKING, 2005, p. 96).

O determinismo da física clássica reflete na percepção de tempo humana a ideia de um destino perfeitamente previsível, que parece estar enraizada na mente humana, mesmo que de maneira inconsciente. Quando se pensa na linearidade do tempo, as pessoas organizam um conjunto de eventos em passado, presente e futuro. Talvez devido à capacidade da memória humana preservar eventos que entendemos como decorridos no sentido “passado-presente”, surge a tendência de se acreditar que eventos “presente-futuro” também serão bem definidos e possíveis. A visão mecanicista das rígidas leis da natureza levou ao forte determinismo presente na

física clássica, que por sua precisão, ainda é usada para estudos de fenômenos macroscópicos, de baixa velocidade e massa e, portanto, fora do escopo da física moderna. É provável que as rotinas mecanicistas vividas, que levavam de um ciclo temporal a outro, tanto no calendário quanto no relógio, criaram essa certeza de que o ciclo seria ininterrupto. No período anterior à pandemia de Covid-19, ou pré pandemia, era comum qualquer pessoa ter planos, a longo ou curto prazo, seja uma viagem planejada, um novo curso a ser feito ou qualquer outro projeto futuro. A pandemia de 2019 eliminou o determinismo das rotinas, trazendo a incerteza ao futuro da população mundial.

Então, o que é o tempo na concepção física atual? Depois de formular a Teoria da Relatividade Especial, Einstein desenvolveu sua Teoria da Relatividade Geral para abranger a força gravitacional em seus estudos, a partir desse ponto na física, o tempo passou a ganhar uma nova definição, a de dimensão. Para entender isso, é preciso definir dimensão, considere um ponto em um papel: não é preciso um número para medi-lo; portanto ele é adimensional. Agora imagine um traço: é possível medir seu comprimento, portanto ele tem uma dimensão. Se prosseguirmos e imaginarmos uma figura desenhada no papel, é preciso medir seu comprimento e largura; portanto é bidimensional. Já está claro que um objeto real terá três dimensões (comprimento, largura e profundidade), mas o que não consideramos é que, ao medir um objeto real, o medimos em algum instante de tempo, no passado, no presente e no futuro. O tempo torna-se uma quarta medição para um objeto, a quarta dimensão; ele não é mais algo separado e independente do espaço, mas ambos são uma coisa só, o espaço-tempo (cf. HAWKING, 2005, p. 43).

O tempo, então, deixa de ser algo fluído e em constante movimento, que passa por nós a todo instante. O tempo é uma forma de medição, como medimos o comprimento de algo, medimos nossos anos de vida, ou dias de trabalho. Nesse aspecto da física, o tempo passa a ser um instrumento de medida, como uma régua. Medir o tempo que passa enquanto se vive é como medir os metros em um caminho que se percorre: focar muito na medição tirará a atenção do que realmente importa, que é apreciar a jornada.

O futuro sempre foi incerto, algo impossível de se prever e controlar. Atualmente, não é possível construir um novo futuro, pois temos apenas um vislumbre do que está

por vir, algo chamado “novo normal”. O que se constrói constantemente não é o futuro, mas o passado, que, por ser relativo, tende a preservar apenas os bons momentos vividos — e são esses que devemos buscar. O presente deve ser aproveitado com experiências produtivas e agradáveis, evitando situações que levem ao uso da expressão “perda de tempo”; afinal, segundo Leibniz: “Não é tempo que perdemos, é vida” (LEIBNIZ, 2021, np.), e esse é o nosso bem mais precioso.

Bibliografia

BRENNAN, R. P. **Gigantes da física: uma história da física moderna através de oito biografias.** ed. rev. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

CHERMAN, A. **O tempo que o tempo tem: por que o ano tem 12 meses e outras curiosidades sobre o calendário.** 2 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

GAZZINELLI, R. **Teoria da relatividade especial.** 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

GLEISER, M. **A dança do universo: dos mitos de Criação ao Big Bang.** São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

HAWKING, S. MLODINOW, L. **Uma nova história do tempo.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

IAMARINO, A. **Tempo | Nerdologia.** 2017. (8m14s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4GGS9XQpbkM&t=414s>> Acesso em: 05 mai. 2021.

LEIBNIZ, G. W. (1646 – 1716). In: **Só Filosofia.** Virtuoso Tecnologia da Informação. 2021. Disponível em: <http://www.filosofia.com.br/historia_show.php?id=76> Acesso em: 05 mai. 2021.

STEWART, I. **Será que Deus joga dados? A nova matemática do caos.** Ed. dig. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2013.

Lucas Felipe de Souza

Licenciando em física no IFSP campus Registro, pesquisador do Grupo de Pesquisa Mandacaru: educação e filosofia:

< <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4273081596423963> >.

ORCID: < <https://orcid.org/0000-0003-3731-2051> >.



Sandro Adrián Baraldi

Doutor em Filosofia da Educação pela Universidade de São Paulo, é editor da Revista Cactácea e pesquisador do Grupo de Pesquisa Mandacaru: educação e filosofia < <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4273081596423963> >.

ORCID: < <https://orcid.org/0000-0001-5055-2071> >.

Plataforma Lattes: < <http://lattes.cnpq.br/6246489151782898> >.