



Entropia, a seta do Tempo que não volta – Um relato (In)formal de um professor

Ivelton Silva

No momento atual que nos encontramos, várias coisas novas foram aprendidas, experiências diferentes vividas, o mundo já não é mais o mesmo. Venho pensando e conversando (virtualmente) com várias pessoas e naturalmente pensamentos e perguntas novas surgem e isso me fez pensar na questão do tempo com uma frequência maior que o habitual, o intuito maior aqui é de se fazer pensar como as coisas evoluem e como essa pandemia atual nos trouxe coisas novas que, nas condições que estávamos antes, não iríamos imaginar nunca. Para iniciar essa viagem nas ideias começo com uma pergunta: O tempo passado se recupera?

Pergunta difícil de se responder. Se ficarmos pensando na possibilidade de repetir uma tarefa até que se tenha o resultado esperado, a resposta seria sim, algo que não deu certo agora pode dar certo depois. Afinal, a conquista é alcançada através do trabalho duro, da insistência, da tentativa e repetição, mas isso que estou levantando aqui é um processo para se chegar a um resultado. Agora vamos pensar um pouco mais na disponibilidade em se realizar um evento por mais de uma vez, suponha que você queira passar em um concurso público e tenta por várias vezes, até que um dia você consegue a aprovação, toma posse e começa a trabalhar, portanto o processo foi concluído com sucesso. Pergunto, será que após esse ciclo você terá a mesma disponibilidade para fazer tudo de novo para passar em outro concurso? Algumas pessoas vão responder que sim, outras vão responder que não, mas independentemente de quem respondeu sim ou não, vai chegar um momento em que

não haverá mais o que se fazer em relação a investir tempo para se preparar para um outro concurso, a situação será a seguinte: ou você investiu seu tempo e chegou no concurso que queria e vai ficar nele até se aposentar; ou você não passou ainda no que realmente queria e vai investir até passar no concurso dos sonhos; ou você investiu seu tempo, não conseguiu passar e resolveu seguir outro caminho. De uma forma ou de outra, todo esse tempo investido uma hora se esgota e você não o terá mais disponível.

Diante dessa provocação o que tenho a dizer é: apesar de se ter a oportunidade de repetir um ato e/ou uma ação, de refazer os planos, de se dedicar novamente para alcançar o resultado desejado, uma hora essas oportunidades se esgotam e não há muito mais o que se fazer, pois o tempo passou. É nessa óptica que pensamos na seta do tempo, ela não volta, o tempo passado fica só na lembrança. Nesse momento que digito aqui esse texto, tenho um tempo único, amanhã posso até revisar, apagar, escrever de novo, mas vai chegar a hora de entregá-lo para publicação e aí não terei mais o que revisar, apenas entregar e torcer para que o texto tenha ficado bom para os olhos de quem ler. E uma vez esse texto ficando público, não posso mais fazer com que as pessoas esqueçam dele, não posso mais fazer de conta que não escrevi, os pensamentos colocados aqui não estão mais apenas na minha mente, esse processo de divulgação tornou o texto público e não posso mais voltar no tempo e deixá-lo apenas nas minhas ideias, a seta do tempo não volta.

Há um conceito na física chamado entropia, eu, como profissional da área de ciências da natureza, já fui perguntado várias vezes o que seria isso “Entropia”, – Como funciona? – Se enxerga a Entropia? – Onde encontrar? – Como experimentar?

Perguntas que muitas vezes me fizeram pensar como se daria um significado para entropia sem necessariamente falar de física pura e aplicada. Sempre penso na repostagem envolvendo a questão do tempo, sem deixar de lado a ideia de desorganização de um sistema, pois é a evolução natural das coisas. Entropia e tempo podem ser considerados como coisas que estão ligadas diretamente, mas isso é só uma questão de estética, pois podemos falar de entropia de diversas formas e gostos diferentes.

Primeiro, vamos imaginar um recipiente transparente onde colocamos grãos de feijões-brancos que ocupam até a metade do recipiente e depois preenchemos da metade para cima com grãos de feijões-pretos. Se pegarmos o recipiente e o balançarmos, verificaremos que os grãos ficarão misturados, ou melhor, aquela separação inicial entre grãos brancos e pretos não existe mais, houve uma desorganização na separação. Se continuarmos a chacoalhá-lo, perceberemos que aquela situação inicial de separação entre os grãos não será alcançada, ou seja, de forma espontânea não chegaremos à organização de separação original, mesmo que continuemos a chacoalhar o recipiente durante muito tempo.

Mesma ideia para as cartas de um baralho, um baralho inicialmente tem todas as suas cartas organizadas em ordem crescente, após a abertura do baralho uma desorganização na ordem crescente dessas cartas será estabelecida, mesmo que esse baralho seja utilizado milhares de vezes, é bem improvável que as cartas espontaneamente voltem a sua organização inicial.

Esses são exemplos de como no processo natural de evolução um sistema tende a se desorganizar, para se estabelecer a organização uma energia deve ser gasta. No exemplo dos grãos de feijão e nas cartas de um baralho, para o sistema se organizar e voltar ao estado inicial uma energia deve ser gasta, ou seja, uma pessoa, por exemplo, deve fazer isso manualmente, olhando para cada objeto e colocando cada um deles no seu devido lugar. Só o fato de chacoalhar um recipiente ou misturar as cartas não garante que espontaneamente teremos o estado inicial reestabelecido. Dessa forma, dizemos que espontaneamente a desordem tende a aumentar, ou seja, a entropia aumenta com o passar do tempo.

Apesar de espontaneamente ser muito improvável obtermos a organização inicial, esses dois exemplos são exemplos de processos reversíveis. A reorganização dos mesmos para retornar ao estado inicial, gasta energia, mas uma vez feita tal reorganização o sistema é o mesmo de antes.

Vamos subir mais um degrau nos exemplos, imaginemos agora uma xícara que por algum infortúnio teve um contato físico com o solo devido a uma queda e isso proporcionou a sua quebra em pequenos pedaços. Pergunto, os pedaços da xícara se juntarão espontaneamente e voltarão ao seu formato original de xícara? A resposta é

não. Você até pode tentar juntar os pedaços, colá-los, mas isso não será a xícara na sua forma original, algum pequeno pedaço será perdido e as ligações entre os pedaços restantes não serão mais parte de um único corpo, serão pequenos pedaços colados, melhor, serão um monte de pedaços agrupados que remetem à lembrança da xícara. Aqui uma outra pergunta se torna inevitável: e o que isso tem a ver com entropia, com tempo? O fato de a quebra da xícara causar uma desorganização na sua forma original, proporcionou que os pedacinhos se espalhassem por todo o piso e agora esses pequenos pedaços não formam mais aquele corpo inicial, dizemos nesse caso que a organização que dava origem ao formato de uma xícara foi quebrada, há agora uma desorganização na sua forma, apesar da tentativa de juntar os pedaços haverá uma desorganização.

Outro exemplo, tomando agora o ser humano. No avançar dos dias o ser humano fica mais velho, a idade de hoje é menor do que a de amanhã, lentamente ficamos velhos, a seta do tempo não volta, a idade sempre avança, ao terminar esse texto estarei mais velho do que quando o comecei, não importa se levei um mês, dez dias ou apenas um dia para escrevê-lo, mas no intervalo entre o início do texto e término, envelheci. Sendo mais generalista, tomemos a evolução desde a concepção da vida: após o encontro do espermatozoide com o óvulo uma vida é concebida, a partir disso o feto vai crescer e a cada segundo, minuto, hora, dia e meses ele crescerá e não será mais o mesmo de antes. Após um certo período gestacional a criança nasce, sua estrutura muscular vai se desenvolver, essa criança vai crescer, adquirir habilidades, se tornar um jovem, depois adulto e envelhecer. Nesse processo a entropia aumentou e seu grau máximo para o humano se dá com a morte. Durante esse processo de vida, houve várias conquistas, o aprender a andar, falar, ler, escrever, profissionalizar-se, formam, por exemplo, processos contínuos, onde uma vez conquistados não há mais necessidade de se voltar atrás para reaprendê-los, não temos a mesma disponibilidade de tempo.

Aos 18 anos um jovem tem seus estudos na educação básica concluídos, caso ele não passe em um vestibular naquele momento para cursar o curso que deseja, é bem provável que ele faça um cursinho para passar ou se envolva com algum trabalho que tire o seu tempo para estudar durante o dia, aquele curso universitário tão sonhado ficará para depois e talvez depois e depois. Quando chegar o momento que for

possível fazer o curso universitário, a realidade social daquela pessoa pode estar totalmente modificada – família, filhos – e a dinâmica para se fazer tal curso superior será diferente, porém é possível sim fazer um curso superior nessas condições, não serão as mesmas condições de quando se tinha 18 anos, a entropia no seu corpo aumentou, você pode estar um pouco mais cansado, a cabeça pode estar voltada para outras demandas pessoais e agora tem que se dividir entre questões sociais e o estudo. Então, dessa forma, voltamos à provocação inicial, o tempo se recupera? Você pode até fazer agora as coisas que tinha planejado fazer há um tempo atrás, mas o tempo passou. Você pode se tornar doutor aos 32 anos ou aos 42, mas o tempo passou, se você não fez o doutorado aos 32, nem aos 42 e nem aos 52, será que você tem a mesma disposição para fazer aos 62? A resposta é sim, você consegue, mas socialmente falando você se encontra em uma situação totalmente diferente do que tinha aos 32 anos. Então, todas essas transformações nas nossas vidas que ocorrem com o avançar da idade nos levam para condições distintas, sejam elas condições de saúde ou sociais e realizar tais tarefas onde nossos sonhos serão concretizados não significa que você está recuperando o tempo, ele sempre passa, você apenas está se dando uma segunda chance em um momento da vida em que se tem a oportunidade que não teve antes, mas o tempo passou.

Esses exemplos aqui citados remetem à ideia de que a entropia é conceito físico que está ligado à evolução de um sistema. Ela mede o grau de desorganização de um sistema, podendo ser nula ou positiva para um sistema isolado, quanto maior for a variação de entropia de um sistema, maior será sua desordem, em termos práticos, há menos energia disponível para ser utilizada (HALLIDAY et al., 2009).

Dentro da perspectiva que o tempo flui, uma vez desorganizado o sistema físico, o seu retorno espontâneo ao formato original já não é mais possível e caso seja um sistema reversível e se tenha pretensão de organizá-lo, um tempo e uma energia serão gastos. A entropia mede o grau de desorganização de um sistema (SEARS et al., 2009). Na ideia de que a desorganização sempre é a evolução natural das coisas, dizemos que a entropia sempre aumenta. Imaginemos a água no seu estado sólido. É de nosso conhecimento que a água no seu estado sólido tem uma certa dureza, isso se deve ao alto grau de agregação das moléculas, elas estão bem mais agrupadas do que em qualquer outro estado físico que a água possa se encontrar. Para obtermos a água

no estado sólido a temperatura a que devemos submetê-la deve ser menor que zero grau Celsius, ou seja, para conseguir água no estado sólido você vai precisar de uma máquina frigorífica – geladeira; freezer –, uma vez retirando o bloco de gelo de dentro dessa máquina e o colocando em um isopor, o seu formato ainda será preservado por um bom tempo, porém com o passar do tempo vai derreter e se quisermos o gelo formado de novo, temos que gastar energia.

Na física há o conceito de trocas de calor, o calor flui espontaneamente de um corpo mais quente para um corpo mais frio. O bloco de gelo citado anteriormente sendo lançado em um lago, por exemplo, o bloco absorve calor e com isso derrete, ou seja, aquele alto grau de agregação entre as moléculas de água no estado sólido deixará de existir, para o bloquinho de gelo a entropia aumentou, porém há um fato interessante, para o lago a entropia diminuiu, mas quando se soma a parcela de entropia envolvida para o bloco de gelo e para o lago, o resultado é sempre positivo (HALLIDAY et al., 2009).

Diante de tais colocações, digo: Tempo, que é algo mensurável, sempre avança.

Na pandemia iniciada em 2020, nossas vidas foram transformadas. Ela nos revelou que muitas coisas podem sim serem resolvidas de forma diferente, uma reunião, por exemplo, pode sim ser feita online, uma palestra com um convidado ilustre que muitas vezes precisava viajar de uma cidade para outra, até mesmo de um país para outro, pode ser feita remotamente. Nesse momento pandêmico muitos começaram algo diferente, como trabalho remoto, outros perderam o emprego e muitos outros morreram, a transformação foi a nível mundial e todos nós passamos por uma transformação em particular. A tecnologia, mais do que nunca, domina o nosso caminhar diário. A entropia produzida pelos mais diversos sistemas de comunicação continua a crescer, temos menos carros na rua, mais pessoas estão em casa, seja por desemprego ou trabalho remoto, o gasto com combustível para se deslocar com o próprio veículo diminuiu, em compensação o consumo de energia elétrica de várias residências aumentou, pois as pessoas agora passam mais tempo em casa. Diminuir o gasto com uma fonte, muitas vezes resulta em aumento de gasto em outra fonte de energia que agora começou a ser consumida com mais intensidade. Muitas pessoas acabaram engordando, estão consumindo mais alimentos e fazendo menos exercício físico – Eu, por exemplo. Nessa balança do consumismo humano, uma coisa diminuiu

e em compensação outra aumenta, tudo isso faz parte de um processo de evolução e mudança, onde coisas são alteradas do seu curso original por motivos diversos, porém outras coisas compensam aquela perda ou mudança de alguma outra forma. Independente de tudo que possa acontecer, uma coisa é certa, a disponibilidade de tempo sempre diminui.

Com essas ideias de que tempo é algo que nos dá oportunidades únicas, quando disse aqui que tempo é algo mensurável, pode-se verificar essa medida através das marcas deixadas na nossa história, sejam essas marcas no corpo como cicatrizes ou na memória.

A evolução contínua do tempo, as transformações e aprendizados diários, nos revelam que essa coisa “Entropia” é algo inevitável, porém que pode ser minimizada a partir de nossas ações efetivas para aproveitar o máximo de tempo que temos disponível, seja na realização de uma tarefa, estudo para adquirir uma profissão ou outra coisa qualquer que nos seja útil, devemos sempre seguir com a maior celeridade possível para a sua realização. A vida não para.

Pandemias são ótimos exemplos de como um sistema pode ser perturbado, o alto número de mortes nos causa angústia, as notícias nos telejornais são chocantes, ficamos perturbados e os efeitos disso em nossas vidas diárias são devastadores. As relações humanas se transformaram e se adaptaram para um mundo virtual que não era tão acessado assim antes. Além da incerteza de que você vai sobreviver a essa pandemia, vem a angústia de não poder confraternizar com os pares, tudo isso causa algum tipo de perturbação, seja ela mental ou física, exemplo, o sobrepeso adquirido nesse período de confinamento. Muitos estão isolados da família e amigos, outros precisam sair para trabalhar e seguem o dia a dia tenebroso pela possibilidade constante de contaminação. Nessa visão de que o mundo não será mais o mesmo após tudo isso passar, podemos dizer que estamos em uma grande transformação. A desordem aumentou em um sentido que não estávamos preparados para seguir. A quantidade de energia destinada para o aprendizado urgente de algo novo sempre é muito grande. Muitas pessoas não sabiam o que era esse tal de “Google Meet” ou “Zoom”, ferramentas que antes totalmente desconhecidas foram naturalmente incluídas na nossa rotina. As chamadas de vídeos tão temidas antes da pandemia, são comuns agora. Então essa transformação exigiu adaptações, tiveram um custo, é bem

provável que você conheça alguém que precisou trocar de celular ou comprar um novo computador, uma câmera, enfim, algum equipamento que não estava previsto no orçamento e precisou ser adquirido para o desempenho de uma atividade laboral. Pensando dessa forma, vemos que o consumo de alguns equipamentos eletroeletrônicos aumentou, muitos profissionais precisaram se adaptar. Daí surge a pergunta: O que isso tem ligado com entropia? É só imaginar como funciona a cadeia produtiva, ela não é algo isolado, a produção depende da matéria-prima disponível, uma vez que se aumenta a produção para atender a uma demanda de consumo, a demanda por matéria-prima aumenta e isso é retirado do meio ambiente, conseqüentemente alguma coisa que não tinha uma procura muito grande, passou a ter. Lembrando que ao passar do tempo a disponibilidade de energia para se realizar um determinado trabalho, diminui, o aumento do consumo sem uma reposição do que é consumido causa um aumento de entropia, a falta de disponibilidade de determinada matéria-prima é um exemplo. Da mesma forma você pode pensar na diminuição de consumo de alguma matéria-prima, por exemplo, é de conhecimento geral que a venda de veículos zero quilômetros diminuiu, a indústria automobilística reduziu a produção nesse momento, então devido a diminuição de consumo, muita coisa deixou de ser retirada do meio ambiente. A questão é que houve redução no consumo de matéria-prima para esse setor, mas não houve reposição do que havia sido consumido antes. Será que eternamente teremos matéria-prima para a produção de veículos? A resposta para essa pergunta surge na medida em que o reaproveitamento de várias coisas se torna real. Poderemos sim ter uma produção de veículos que dure por muito tempo, mas para isso a extração de matéria-prima do meio ambiente não será eterna, teremos que mudar o modo de operação, a reciclagem será algo inevitável para o sustento da cadeia produtiva.

Portanto a disponibilidade de energia para se produzir algo é limitada, da mesma forma o tempo para se agir em busca de algum objetivo. Na medida do passar dos dias essa disponibilidade é cada vez menor e o aumento de entropia nunca para. Evoluir exige gasto de energia e de tempo.

Diante dessas reflexões me despeço, espero que de alguma forma essas questões possam contribuir para discussões futuras. A (In)formalidade no discurso aqui apresentado foi proposital, a pandemia também nos mostrou o quanto é importante

confraternizar com os amigos, o isolamento social é algo necessário para o momento, porém prejudicial ao cérebro. Aquela velha conversa com os amigos e amigas em um ambiente descontraído, torna lenta a percepção da passagem do tempo, conseqüentemente diminui o ritmo do aumento de entropia no corpo, pois risadas liberam hormônios benéficos no nosso sistema nervoso e nos faz sentir vivos e jovens, ou seja, aquela velha conversa é algo tão importante e sadio para nosso cérebro que supera qualquer formalidade no trato social.

Referências bibliográficas:

- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009, vol 2.
- SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II: termodinâmica e ondas**. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009, vol. 2.

Ivelton Silva

Licenciado em Física, Mestre em Física Aplicada, na docência tem experiência como professor do ensino médio e do ensino superior nos cursos de Física, Matemática e Engenharia; pesquisador do Grupo de Pesquisa Mandacaru: educação e filosofia: < <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrup/4273081596423963> >. ORCID: < <https://orcid.org/0000-0003-3099-4854> >.