

---

## CONSIDERAÇÕES SOBRE O TEMPO

---

*V. H. Santos*

Departamento de Física – UFSC  
Florianópolis – SC

Quando lecionamos relatividade restrita, é comum os alunos perguntarem se o tempo pode voltar atrás. Por que ocorre a dilatação do tempo? Uma pessoa em um foguete com velocidade  $v$ , em relação à Terra, envelhece menos que uma pessoa na Terra? O que aconteceria se as duas ficassem juntas?

O primeiro aspecto que gostaria de discutir é sobre a natureza do tempo. Este está intrinsecamente ligado às transformações do universo; são as mudanças observadas na natureza que estabelecem no observador a noção de tempo. Em particular, transformações que se repetem com uma certa periodicidade podem ser usadas como unidades de tempo. Nesse contexto, perguntar se o tempo pode voltar atrás equivale a perguntar se todas as modificações do universo que compõem a nossa noção de tempo podem ser invertidas. Imaginemos, por um momento, que isto pudesse acontecer de forma contínua; teríamos plantas e animais ressuscitando, rejuvenescendo, desnascendo, enfim toda sorte de transformações que violariam importantes leis da Física. Além disso, o observador não estaria excluído do processo de reversão e, se todo o universo voltasse atrás um ano, aquele também voltaria a seu estado físico e mental de um ano atrás, e seria difícil a ele descobrir a inversão. Quando o assunto é explorado nos meios de comunicação, o observador em geral tem o privilégio de não sofrer nenhuma transformação quando o restante do universo retorna a um tempo anterior.

O segundo aspecto que me parece relevante é o problema de escala do tempo. A escolha de uma determinada transformação periódica da natureza, como a ocorrência de primaveras, por exemplo, pode nos permitir expressar uma outra transformação como a vida de um homem através do número de primaveras que ele viveu. Observemos que tanto o relógio como a vida humana fazem parte do mesmo universo cujas transformações definem o tempo. Se todas as mudanças se acelerassem repenti-

namente, as primaveras se sucederiam mais rapidamente, mas o homem envelheceria, também, mais rapidamente, mas o número de primaveras que ele viveria seria o mesmo. Nesse caso não seria possível perceber a mudança.

A terceira característica importante é a influência do meio de transmissão da informação na percepção que temos da rapidez com que as transformações ocorrem em uma certa região do universo. Suponhamos que um observador parta da Terra na primavera levando uma planta em um foguete com velocidade  $v$  em relação à Terra. Quando a primavera seguinte chegar, as plantas no Planeta florescerão e a planta no foguete florescerá, e cada homem na Terra e no foguete terá vivido mais uma primavera. Se o homem no foguete estiver observando a Terra, ele somente perceberá que esta floresceu novamente com um atraso devido ao tempo que a luz refletida da Terra levará para alcançá-lo, e o mesmo vale para o observador da Terra quanto ao florescimento da planta no foguete. A conclusão de cada um deles será de que o outro está envelhecendo mais lentamente. Na verdade, parecerá ao observador do foguete que todas as transformações na Terra estão ocorrendo mais lentamente. Se a velocidade do foguete tender para a velocidade da luz, a informação demorará tanto a chegar que parecerá ao observador do foguete que todas as transformações terrestres cessaram. Se a velocidade do foguete pudesse exceder a da luz, nenhuma informação, proveniente da Terra, lhe seria acessível e esta deixaria de fazer parte do universo observado pelo foguete. A situação é simétrica para o observador da Terra.

Desta forma, a dinâmica das transformações em uma certa região do universo, observada a partir da Terra, depende em muito da velocidade relativa entre aquela região e o Planeta. Assim, uma galáxia que nos pareça estável poderia estar sofrendo rápidas transformações para um observador em relação ao qual a galáxia tivesse uma velocidade pequena.