

Breve texto dedicado aos(às) alunos(as) do primeiro ano da graduação



(Créditos – Quora)

Alguns anos atrás um aluno no primeiro ano da graduação me perguntou se eu poderia explicar em poucas palavras o que é a Teoria da Relatividade. Eu respondi que a teoria era bastante complexa e eu não saberia como resumi-la em poucas palavras. Essa resposta era uma boa medida da minha ignorância. Se o aluno tivesse perguntado o que é um giroscópio não teria sido necessário falar em conservação de momento angular, torque, precessão, etc. Bastava mencionar que se trata de um elemento giratório que em uma montagem adequada mantém fixa a direção do seu eixo com relação às estrelas e que a explicação dessa propriedade ele aprenderia no decorrer do semestre. Nosso eventual aluno queria saber quais são os problemas, não (por enquanto) seus detalhes e como se resolvem. Nesse espírito hoje creio que posso responder à primeira pergunta com o texto que segue. É claro que um especialista encontrará omissões, exageradas simplificações e até algum conceito ambíguo. Mas acho que a essência da questão está correta levando em conta que a Relatividade pretende explicar o Universo, cujo mas óbvio atributo é a complexidade. Aqui vai.

A Teoria da Relatividade é a mais elegante e compacta criação da Física moderna. Com base em apenas três postulados, resulta uma estrutura matemática que não só explica vários fenômenos que escapam às possibilidades da física previamente conhecida, mas faz ainda novas e extraordinárias previsões que têm sido corroboradas experimentalmente com grande precisão. A teoria sugere também uma nova e singular concepção do Universo.

Quais são esses postulados?

Primeiro, a constância da velocidade da luz. Ela é sempre a mesma, independente do movimento da fonte e do observador. Isso tinha sido sugerido pela teoria do eletromagnetismo (James Clerk Maxwell, 1865) e observado experimentalmente (Michelson e Morley, 1887).

Segundo, corpos em queda livre em um campo gravitacional adquirem a mesma aceleração (como já tinha sido observado por Galileu, século XVII) e se possuem a mesma velocidade inicial descrevem a mesma trajetória. (Princípio de equivalência).

Terceiro, as leis da Física são as mesmas em todos os sistemas de coordenadas. Essa é talvez a primeira postulação de simetria nas leis da Física (Einstein, 1905).

A primeira consequência da teoria resulta em que o tempo não é absoluto. Sistemas com velocidades diferentes portando relógios idênticos, registrarão tempos diferentes. O fluir do tempo não se limita à marca do relógio; todos os elementos do sistema (como por exemplo seres vivos) experimentam o mesmo transcorrer do tempo. A massa e a energia são equivalentes no sentido de que uma forma se transforma em outra dependendo geralmente do observador.

Do princípio de equivalência resulta que o espaço não é euclidiano. **Ele possui uma estrutura curvilínea determinada pela distribuição de matéria-energia e partículas em queda livre seguem curvas geodésicas (curvas equivalentes às retas no espaço euclidiano) desse espaço.** A distribuição da massa-energia também muda o fluxo do tempo em cada ponto. O tempo flui mas lentamente quanto mais intenso o campo gravitacional.



Prof. Eduardo Ernesto Castellano

As revolucionárias alterações dos conceitos de espaço e tempo requerem que a teoria seja descrita por um ente unificado chamado espaço-tempo. A matemática necessária, relativamente complexa, já era conhecida no fim do século XIX, mas precisou da intuição física e o gênio do Einstein para ser implementada.

O tempo não é absoluto e o campo gravitacional não se difunde pelo espaço; o campo gravitacional é o próprio espaço. Estas são as ideias revolucionárias da teoria da relatividade. Uma simplificação importante do mundo: o espaço não é mais algo distinto da matéria, é um dos elementos 'materiais' que compõem o Universo. Uma entidade que ondula, flexiona, curva, torce. Nós não estamos contidos em uma infraestrutura rígida invisível (o espaço de Newton):

estamos imersos em uma gigantesca e flexível estrutura de matéria. O Sol dobra o espaço em torno de si e a Terra não vira por causa de uma força misteriosa, mas porque está correndo livremente em um espaço que se curva e se deforma. Os planetas giram em torno do Sol, e as coisas caem, porque o espaço-tempo se curva e não por interação de forças a distância. A Teoria também explica as propriedades de objetos exóticos como os buracos negros. Eles são remanescentes de estrelas que, exaurido seu combustível nuclear, colapsam a uma altíssima densidade de matéria (infinita?), tão grande que dentro de um raio específico nada, nem mesmo a luz, pode escapar à sua atração gravitacional. Hoje a física e a tecnologia e em particular a astronomia e a astrofísica, não podem prescindir da Teoria da Relatividade.

Curiosamente é possível explorar (idealmente) a estrutura de um espaço curvo com apenas um relógio. Você escolhe um segmento definido por dois pontos próximos (em rigor infinitamente próximos, mas ignore este comentário) e mede o tempo que toma um raio luminoso para percorrê-lo. Multiplica esse tempo pela velocidade da luz e “voilà”, resulta o valor do segmento espacial. O tempo parece tomar uma certa preeminência sobre o espaço. Talvez essa seja a causa do gosto universal pela música porque, como disse Schopenhauer, a música é tempo, puro tempo, por ser a única entre as artes que pode prescindir do espaço.

Prof. Eduardo Ernesto Castellano – IFSC/USP

Assessoria de Comunicação – IFSC/USP

