

Os físicos passaram a ver o mundo através dos olhos de Albert Einstein

Em 1905, Einstein publicou quatro artigos que revolucionaram a física. Para celebrar o centenário deste grande marco na história intelectual da humanidade, a comunidade internacional declarou 2005 como o Ano Internacional da Física.

Os artigos versam sobre vários temas: dependência da energia dos electrões emitidos por superfícies metálicas com a frequência da luz incidente, o chamado efeito fotoeléctrico; relação do movimento errático de partículas suspensas numa solução, o movimento Browniano (descoberto pelo botânico escocês Robert Brown em 1827) com colisão das moléculas de água, varrendo assim o scepticismo relativamente à existência dos átomos; a Teoria da Relatividade Restrita; a equivalência entre massa, m, de um corpo e a energia, E, nela armazenada, sintetizada pela famosa equação, $E = mc^2$.

Na sua interpretação do efeito fotoeléctrico, Einstein adoptou a audaciosa hipótese de que a luz é composta por corpúsculos, os fotões, com energia proporcional à sua frequência, relação proposta pelo físico alemão Max Planck em 1900. Séculos antes, Newton argumentou que a natureza corpuscular da luz era a maneira mais simples de explicar o fenómeno da reflexão, contudo desenvolvimentos realizados no contexto da teoria electromagnética permitiram, em 1865, ao escocês James Maxwell demonstrar que a luz era uma onda electromagnética, isto é uma oscilação articulada de campos eléctricos e magnéticos. A solução de Einstein abriu caminho para a noção de dualidade onda-partícula, isto é, a do comportamento de onda ou partícula segundo o contexto experimental. Este conceito foi central na revolução da Mecânica Quântica quando estendido para as partículas, que podem assim também se comportar como ondas. Por este trabalho Einstein foi galardoado com o Prémio Nobel em 1921.

Com a Teoria da Relatividade Restrita, Einstein resolve uma outra importante crise da física. É uma necessidade lógica que as leis da física (mecânica, electromagnetismo, física nuclear, etc) sejam independentes do sistema de referência. A mecânica de Newton e a teoria electromagnética de Maxwell gozavam desta propriedade, e mantinham-se inalteradas sob transformações entre sistemas de coordenadas com velocidade constante entre si. Einstein optou pelas transformações que deixavam inalteradas as equações do electromagnetismo e construiu uma mecânica mais geral que a de Newton assumindo a independência da velocidade da luz, da velocidade do observador e da fonte emissora.

Como consequência surgem factos contrários ao senso comum baseado na mecânica de Newton. Por exemplo, sendo a informação dos acontecimentos transmitida pela luz, então a sua simultaneidade depende do sistema de referência. Outras implicações são que comprimentos e intervalos de tempo não são iguais quando observados de sistemas de referência distintos. Os comprimentos aparecem contraídos, ao passo que os tempos aparecem dilatados quando comparados aos medidos por um observador em movimento e

outro em repouso. Estes efeitos fazem-se sentir na proporção da razão entre a velocidade de deslocamento e a velocidade da luz ao quadrado. Na vida quotidiana são desprezáveis.

A generalização da Teoria da Relatividade exigiu-lhe oito anos de intensos estudos. O objectivo desta generalização era garantir que as leis da física fossem idênticas quando formuladas em referenciais acelerados entre si. Estes esforços conduziram-no à Teoria da Relatividade Geral em 1915. Para construir esta teoria Einstein observou que um campo gravitacional é equivalente, nos seus efeitos, a um sistema de referência com velocidade variável. Com base nesta equivalência, Einstein inferiu que sendo a trajectória de um raio de luz curva num referencial acelerado, então o mesmo deveria acontecer num campo gravitacional. Este facto foi confirmado experimentalmente em 1919 quando de um eclipse solar, facto que lhe granjeou uma notoriedade universal.

Segundo a Teoria da Relatividade Geral, a gravitação deve ser formulada como uma geometria do espaço-tempo. Assim o espaço-tempo não pode ser imutável, uma vez que este é afectado pela matéria, sendo em geral curvo. Consequentemente, o movimento dos corpos celestes é determinado pela curvatura do espaço-tempo e a luz é deflectida na vizinhança de corpos massivos. Como teoria global do espaço-tempo, a Teoria Geral é a mais adequada para desenvolver a Cosmologia. De facto, Einstein escreveu em 1917 um dos artigos fundadores da nova ciência relativística do Universo. A expansão do Universo, descoberta em 1929 pelo astrónomo americano Edwin Hubble pode ser compreendida por meio das equações da Relatividade Geral.

Orfeu Bertolami

Instituto Superior Técnico, Departamento de Física

<http://alfa.ist.utl.pt/~orfeu/homeorfeu.html>