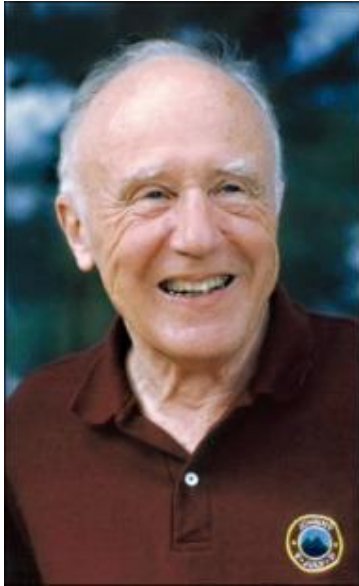


John A. Wheeler, o patriarca dos físicos relativistas, morre aos 96 anos

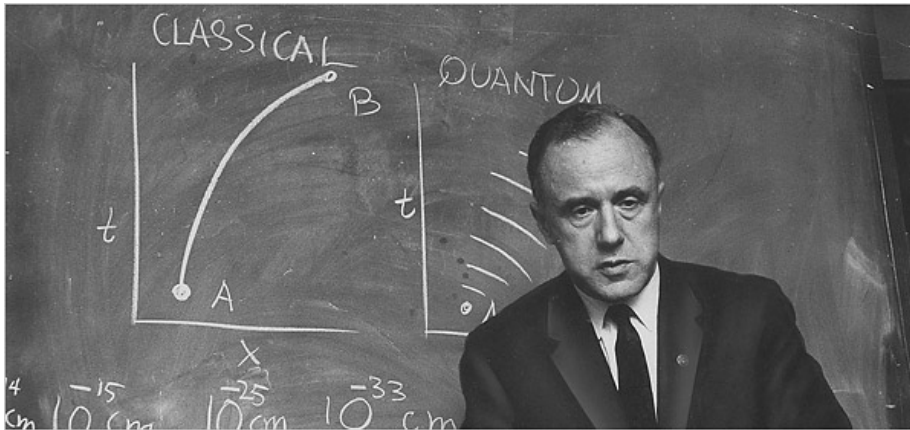


John Archibald Wheeler (9 de Julho de 1911, 13 de Abril de 2008) foi um físico teórico americano notável. Um dos últimos que conviveu cientificamente com Albert Einstein, tendo procurado prosseguir o seu sonho da construção de uma teoria do campo unificado. Recordemos as suas palavras em 1962: “Are fields and particles foreign entities immersed *in* geometry, or are they nothing *but* geometry?” There is nothing in the world except empty curved space. Matter, charge, electromagnetism, and other fields are only manifestations of the bending of space. *Physics is geometry.*” A forma como conclui esta frase, a física é geometria, é bem um testemunho das ideias que o levaram a envolver-se com Charles Misner e outros colegas num projecto de geometrização da física, que designava por Geometrodinâmica, que se identifica com a visão física de Albert Einstein e da sua teoria da gravitação, a teoria da Relatividade Geral.

John Wheeler é conhecido por ter sido o físico que difundiu o termo “buraco negro” para caracterizar o estágio final de colapso de uma estrela de grande massa (mais do que 3 massas solares), do qual nem mesmo a luz pode escapar. Antes de Wheeler ter criado esta designação, dizia-se que o colapso gravitacional de uma estrela dava origem ao que se designava por estrelas congeladas (“frozen stars”), expressão que era especialmente popular entre a comunidade dos físicos soviéticos, liderados por Yakov B. Zeldovich. De início John Wheeler não acreditava na possibilidade do colapso gravitacional de uma estrela dar origem a esses objectos estranhos, estrelas mortas como uma densidade tão grande que nos seus centros o espaço se tornava infinitamente curvo. Nesses pontos singulares todas as leis físicas são violadas, e por isso nada se conserva. Assim, após o colapso toda a massa desaparece na singularidade, mas o campo gravítico, a curvatura do espaço-tempo, permanece indefinidamente. No caso mais simples de um buraco negro com simetria esférica, após o colapso fica um campo gravítico estático e eterno. A princípio, John Wheeler resistiu a esta conclusão apresentada em 1939 por aquele que seria mais tarde o seu chefe no Projecto Manhattan, J. Robert Oppenheimer, e um dos seus alunos Hartland Snyder. Aliás, a recusa de Wheeler em aceitar na altura as ideias de Oppenheimer não é surpreendente. O próprio Einstein nesse mesmo ano de 1939 escreveu um artigo onde procurou mostrar a impossibilidade de uma estrela colapsar ao ponto de atingir um raio igual ou inferior ao chamado raio de Schwarzschild, $2GM$, que define a dimensão de um buraco negro de massa M . Mas o argumento de Einstein estava errado. Mais tarde, em 1958, numa conferência na Bélgica, Wheeler, manteve um forte discussão com Oppenheimer, por considerar que a teoria do colapso não poderia estar certa pois “não dá uma resposta aceitável” para o destino da matéria da estrela. Para ele não era razoável que

as leis da física conduzissem a uma singularidade, onde essas leis eram violadas. Em resumo, para Wheeler isso significaria que a aplicação da física levaria à sua auto-destruição. Esse mesmo raciocínio esteve na origem da recusa de outros grande físicos teóricos, como A. Eddington e L. Landau, em aceitar a ideia de um colapso gravitacional completo.

John Wheeler começou a sua vida científica como físico nuclear, tendo estudado com Niels Bohr em Copenhaga, na Dinamarca. Quando Bohr chegou aos Estados Unidos em 1939 e lhe confidenciou que os cientistas alemães tinham conseguido a cisão dos átomos de urânio, Wheeler dispôs-se imediatamente a trabalhar no assunto com Bohr e dentro de poucas semanas tinham arquitectado um esboço de uma teoria de como funcionava a fissão nuclear. Nos anos seguintes Wheeler iria trabalhar na construção das primeiras bombas atômicas na equipa liderada por Oppenheimer. E após o lançamento das bombas em Hiroshima e Nagasaki, Wheeler aceita colaborar na investigação que conduziria à bomba de hidrogénio, já depois de Oppenheimer se ter desligado dessa corrida, horrorizado com as consequências do lançamento das bombas atômicas.



É só em 1952 que Wheeler começa a ensinar a teoria de Einstein da gravitação, não muito popular na altura, pois a grande maioria dos físicos estava empenhada nas aplicações da Mecânica Quântica à Física Atômica e Molecular, à Física Nuclear e às teorias Quânticas de Campo. Recorde-se que a teoria da Electrodinâmica Quântica, por exemplo, tinha sido desenvolvida no final dos anos 40 pelo físico japonês Sin-Itiro Tomonaga e pelos americanos Julian Schwinger e Richard Feynman, este último um antigo aluno de John Wheeler. Ao promover o estudo da Relatividade Geral, Wheeler terá um papel importante durante os anos 60, no ressurgimento desta teoria introduzida por Einstein em 1915. Nesses mesmos anos 60, Dennis Sciama, na Universidade de Cambridge, Hermann Bondi, na Universidade de Londres e Yakov Borisovich Zeeldovich, Universidade de Moscovo, muito contribuiriam para um verdadeiro renascimento da Relatividade Geral. É claro que este renascimento foi naturalmente suscitado pelos importantes desenvolvimentos teóricos iniciados nos anos 60, bem como pelas retumbantes observações astronómicas que se verificaram no mesmo período. Recordo aqui os principais. A 9 de Março de 1960, o corpo editorial da *Physical Review Letters* recebe o artigo de Pound e Rebka,

intitulado "O Peso Aparente dos Fotões". O artigo descreve a primeira medida laboratorial bem sucedida da mudança de frequência da luz por influência do campo gravítico da Terra. Alguns meses mais tarde, no número de Junho de 1960 da revista *Annals of Physics* surge um artigo assinado pelo físico-matemático inglês Roger Penrose intitulado "Tratamento Spinorial da Relatividade Geral". Embora se tratasse de um artigo com um formalismo matemático pesado, delineava uma técnica de cálculo extremamente elegante para resolver alguns problemas de relatividade geral. Este foi um dos primeiros passos dados no sentido de tornar mais simples muitos dos morosos e complexos cálculos relativistas.

Ainda em 1960 têm início as observações levadas a cabo pelos astrónomos americanos Thomas Mathews e Allan Sandage, com o telescópio de 200 polegadas de Monte Palomar na Califórnia, da fonte de rádio 3C48. Estavam interessados em estudar a radiação visível emitida por esta fonte e, para isso, tiraram uma chapa fotográfica da zona do céu à roda da 3C48. Esperavam encontrar um enxame de galáxias com a localização da fonte de rádio, mas não foi isso que observaram. A análise da chapa fotográfica parecia indicar que o objecto afinal tinha as dimensões de uma estrela, mas não era uma estrela vulgar, pelo menos nada comparável a qualquer estrela conhecida. O seu espectro tinha cores bastante invulgares, e apresentava grandes e rápidas variações de brilho. Era pois uma fonte de rádio, que parecia do tipo "estelar" (apesar das estrelas ordinárias não serem fontes intensas de rádio) mas que pelo tipo e variabilidade do seu espectro não parecia ser exactamente uma estrela. Daí que fosse designada fonte de rádio quase estelar ou **quasar**. A descoberta dos quasares catapultou a relatividade geral imediatamente para a fronteira da astronomia. Foram entretanto descobertos objectos semelhantes, como o 3C273. E em 1963 Martin Schmidt do Observatório de Monte Wilson descobriu que as riscas do espectro de emissão do 3C273 apresentavam um deslocamento de 16 por cento no sentido dos comprimentos de onda mais altos. Para o 3C48 foi medido posteriormente um deslocamento para vermelho ainda maior, da ordem dos 30%. Os grandes deslocamentos para o vermelho dos espectros dos quasares mostram que eles se afastam de nós com grandes velocidades, cerca de 30 por cento da velocidade da luz no caso do 3C48, a que corresponde uma distância da ordem de 6 mil milhões de anos-luz. Estando os quasares tão distantes seria de esperar que fossem objectos com fraco brilho. Mas, pelo contrário, os quasares são objectos extremamente brilhantes, tanto na parte visível como na das ondas de rádio do espectro. Portanto, a sua luminosidade intrínseca deve ser enorme. O 3C48 é cerca de 100 vezes mais luminoso que a nossa galáxia. Qual a origem de uma fonte tão poderosa? Como se explicam as suas rápidas variações de brilho? À escala cósmica, a gravidade é a interacção dominante, por isso é provável que a resposta a estas perguntas esteja na existência de campos gravitacionais extraordinariamente intensos, o que pode implicar concentrações imensas de massa, talvez com milhões de vezes a massa solar, confinadas a uma região do espaço que não deve ultrapassar uma hora-luz (aproximadamente igual ao diâmetro da órbita de Júpiter). A descoberta dos quasares deu origem à criação de uma nova área da física. Em Dezembro de 1963, em Dallas, Texas, teve lugar o primeiro simpósio

sobre esta nova disciplina designada Astrofísica Relativista. Para esta conferência foram convidados astrónomos, físicos e matemáticos, de modo a proporcionar um debate alargado, capaz de reunir as experiências e os conhecimentos diversificados destas três áreas do saber. Um dos resultados teóricos aí discutidos foi a chamada solução de Kerr que hoje sabemos descrever um buraco negro em rotação. Porém só foi possível que a comunidade científica aceitasse a ideia de colapso gravitacional associado ao buraco negro depois de uma outra descoberta. No final do ano de 1967, os astrónomos da Universidade de Cambridge Jocelyn Bell e Anthony Hewish descobriram um novo tipo de estrela, chamada **pulsar** devido à emissão regular de impulsos de rádio. Os pulsares deveriam ser estrelas muito compactas, tão densas que os seus diâmetros não ultrapassam algumas dezenas de quilómetros, e que podem rodar muitas vezes num segundo. A compactificação nestas estrelas é tão grande que destrói os seus átomos e os reduz a um mar de neutrões. Estas estrelas de neutrões parecem encontrar-se à beira de um espectacular acidente catastrófico. A gravidade à superfície da estrela é tão grande, que se uma estrela de neutrões tiver uma massa maior que três massas solares será incapaz de encontrar uma estrutura de equilíbrio, colapsando numa fracção de segundo e desaparecendo totalmente do Universo.

A explicação deste intrigante fenómeno reside na violenta curvatura do espaço que traduz a crescente intensidade da gravidade numa estrela em colapso. À medida que o raio da estrela se reduz, a curvatura do espaço à superfície da estrela rapidamente se torna suficientemente forte para encurvar os raios luminosos e retê-los em torno da estrela. Quando nem a própria luz consegue escapar ao campo gravítico da estrela esta transforma-se num verdadeiro **buraco negro** no espaço. No interior do buraco negro, a matéria continua a ser inexoravelmente atraída para o centro do buraco: nenhuma força do Universo parece ser capaz de parar este processo de colapso. É interessante constatar que é precisamente em 1967 que Wheeler assume claramente o conceito de buraco negro com tudo o que isso implica. Embora seja justo recordar que pelo menos desde 1965, John Wheeler estava já a trabalhar nas consequências do colapso gravitacional na sequência de trabalhos desenvolvidos na companhia de Kip Thorne, B. Harrison e M. Wakano.

Muito mais havia a dizer sobre as contribuições de John Wheeler para a física teórica, mas é a altura de terminar esta pequena homenagem à memória deste grande físico. Porém deixem-me ainda referir o livro que muitos consideram a Bíblia dos relativistas, "Gravitation", escrito em colaboração com dois dos seus antigos alunos Charles Misner e Kip Thorne, em 1973. É sem dúvida um dos livros que maior influência teve na formação dos relativistas nos últimos 35 anos e ainda hoje será fácil encontrá-lo nas livrarias.

Paulo Crawford
18 de Abril de 2008