

# Buracos negros, a génese do nome

25 anos de LHC

As Olimpíadas e o ensino experimental da Física  
Medir  $g$  em queda livre, na sala de aula

# O buraco negro cinquenta anos depois: A génese do nome

Carlos A. R. Herdeiro<sup>1</sup> e José P. S. Lemos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Universidade de Aveiro, e CIDMA, Campus de Santiago, 3810-183 Aveiro

<sup>2</sup> Departamento de Física, Centro de Astrofísica e Gravitação - CENTRA, Instituto Superior Técnico - IST, Universidade de Lisboa - UL, Avenida Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa

## Resumo

Buracos negros são deformações extremas do espaço-tempo, onde até mesmo a luz é aprisionada. Existe uma total evidência astrofísica para a existência real e abundante destas prisões de matéria e luz no Universo. Matematicamente, buracos negros são descritos como soluções das equações de campo da teoria da relatividade geral, tendo a primeira destas soluções sido publicada em 1916 por Karl Schwarzschild e outra solução de extrema relevância, representando um buraco negro em rotação, tendo sido encontrada por Roy Kerr em 1963. Mas a utilização do termo buraco negro para descrever estas entidades aparece somente meio século depois da solução de Schwarzschild. Quem o cunhou? A sabedoria convencional atribui a paternidade do termo ao influente físico norte-americano John Wheeler que em 1968 imprimiu definitivamente esse nome num artigo de divulgação. Este, contudo, é apenas um lado de uma história, que começa duzentos anos antes, numa prisão na Índia do Sec. XVIII.

## Introdução:

A teoria da relatividade geral formulada por Einstein em 1915 é uma teoria do espaço, tempo e matéria. Através da curvatura do espaço-tempo e sua interação com a matéria o fenómeno da gravitação é explicado. Como John Wheeler disse, o espaço-tempo diz à matéria como se mover e a matéria diz ao espaço-tempo como se encurvar [1,2].

Buracos negros são objetos preditos pela teoria da relatividade geral. Sendo feitos somente de espaço e tempo encurvados e energia são os objetos mais elementares da teoria. De forma simples, um buraco negro é uma região da qual nenhum objeto físico nem mesmo luz conseguem escapar. À fronteira dessa região com o exterior dá-se o nome de horizonte de eventos. A deformação do espaço-tempo de um buraco negro desafia a nossa intuição. Por exemplo: na vizinhança de um buraco negro o tempo flui arbitrariamente devagar. Outro exemplo: para um buraco negro em rotação, o espaço é inexoravelmente arrastado por essa rotação, tornando-se impossível ficar parado, mesmo fora do buraco negro.

A primeira solução matemática exata da teoria de Einstein foi a solução de Schwarzschild [3], encontrada em 1916 pelo astrónomo e matemático alemão Karl Schwarzschild. Com esta solução, Schwarzschild queria explicar o campo gravitacional fora de uma estrela esférica. Contudo, encarada como uma solução completa, sem uma estrela central, aparecia na solução um raio intrínseco chamado raio gravitacional ou raio de Schwarzschild. Este raio é muito pequeno relativamente ao raio de uma estrela e por isso não faria parte da solução. Além disso, as propriedades da região que delimita eram estranhas. Consequentemente, parecendo ser uma região irrelevante para os problemas astrofísicos e sendo uma região com propriedades de difícil entendimento, os físicos durante muito tempo preferiram não dar a devida atenção a esse raio e a essa região.

Mas, em 1939, Oppenheimer e Snyder [4] num trabalho notável demonstraram teoricamente que o colapso de uma estrela no referencial da própria estrela é total, a estrela e a superfície da estrela passam pelo próprio raio de Schwarzschild sem qualquer resistência, continuando o seu colapso inexorável. Este trabalho foi crucial para a compreensão física da solução de Schwarzschild que finalmente emergiu a partir de fins da década de 1950 com os trabalhos de Wheeler, Kruskal e outros [1]. Percebeu-se então que o raio gravitacional fornece a superfície chamada de horizonte de eventos, um nome cunhado pelo físico austríaco Wolfgang Rindler em 1956 (ver por exemplo [1]), e que a região dentro do horizonte de eventos tem propriedades interessantes e peculiares.

O estímulo para se estudar estes objetos de forma definitiva veio com a deteção, no início da década de 1960, de fontes rádio de energia imensa. A descoberta de um parceiro ótico para essas fontes rádio permitiu concluir que as fontes tinham uma velocidade de recessão da ordem de 40% da velocidade da luz e sugeriu que se encontravam a distâncias



cosmológicas, irradiando uma quantidade colossal de energia. Devido a essas fontes parecerem estrelas nas chapas fotográficas, as fontes ficaram conhecidas como quasares, nome síntese para objetos quase estelares [5]. A libertação destas quantidades enormes de energia levou à especulação que objetos muito compactos, tão compactos que até pudessem possuir um horizonte de eventos, estariam por detrás destes fenómenos, e que explicações relativistas deveriam ser fundamentais para gerar estas energias.

Novas descobertas tanto teóricas como observacionais foram importantes. Em 1963 Roy Kerr, um físico neozelandês a trabalhar na Universidade de Austin, Texas, descobriu a solução exata, dentro da teoria da relatividade geral pura, de um objeto em rotação [6]. Na solução de Kerr quando se faz a rotação ser igual a zero recupera-se a solução de Schwarzschild. Estas soluções, de Schwarzschild e principalmente a de Kerr, tiveram tal impacto em física e astrofísica que foi necessário arranjar um nome para elas e para os objetos que representam. Num artigo de 1968, Wheeler denominou esses objetos de buracos negros [7]. As soluções de Schwarzschild e de Kerr passaram então a ser chamadas de buracos negros de Schwarzschild e buracos negros de Kerr, respetivamente.

Paralelamente, no último meio século, observações astronómicas comprovaram a realidade física destes objetos, que parecem existir abundantemente no Universo, formando-se no colapso de estrelas massivas cujo esgotamento de combustível torna impossível sustentar o seu próprio peso [8]. Sabe-se também que todas as galáxias, ou quase todas, têm um buraco negro supermassivo no seu centro, formado numa fase jovem do Universo [9]. Por exemplo, a nossa Via Láctea tem um buraco negro central com cerca de 4 milhões de massas solares. Em 2015, a espetacular deteção direta de ondas gravitacionais pelas antenas LIGO-Virgo [10] confirmou a existência de buracos negros de uma maneira totalmente nova, revelando uma população anteriormente inacessível.

É curioso especular que Einstein podia ter chegado ao conceito de buracos negros em 1905, apenas com a gravitação Newtoniana e com a noção da teoria da relatividade restrita da velocidade da luz ser uma velocidade limite e uma constante universal [11]. Mas ele nunca se interessou nem por estrelas nem por buracos negros. De qualquer modo, a história iria mostrar que tal conceito não estava pronto para aparecer assim espontaneamente. Mesmo com a teoria da relatividade geral já formulada e finalizada, o caminho percorrido para se chegar ao conceito de buraco negro e se perceber esses objetos na sua plenitude, física e matematicamente, foi difícil e tortuoso [12,13].

A ciência dos buracos negros é deslumbrante, e o seu interesse penetrou, sem qualquer dúvida, na imaginação e no imaginário da cultura humana. É, pois,

justificado meditar um pouco sobre a história destes objetos, começando com a pergunta simples de onde e como se originou o termo buraco negro. Veremos que existe uma aura de mistério e uma história fascinante.

## 2. Os nomes iniciais

Os primeiros físicos que se debruçaram sobre a solução de Schwarzschild acreditavam que no raio de Schwarzschild o campo gravitacional seria infinito e o espaço-tempo parecia ter propriedades patológicas nessa região. Por esta razão o raio de Schwarzschild era também conhecido por singularidade de Schwarzschild [14]. Mas, com o trabalho de Oppenheimer e Snyder de 1939 ficou claro para alguns que não havia nada de singular nesse raio e singularidade de Schwarzschild era um nome inapropriado que não representava o carácter do espaço-tempo nessa região.

Na década de 1960, os físicos da União Soviética, notadamente Yakov Zel'dovich e Igor Novikov, chamavam ao objeto uma estrela congelada [15]. Este nome refletia a circunstância que para um observador no exterior a estrela parecia ficar congelada quando atingia o raio de Schwarzschild, ver [16] para uma versão contemporânea de uma estrela congelada. Por outro lado, os físicos americanos, nomeadamente Wheeler, e os físicos europeus usavam o nome estrela colapsada [17]. Este nome dava ênfase à situação que no seu próprio referencial a estrela colapsava totalmente para uma verdadeira singularidade.

Mas nenhum dos nomes era bom e Wheeler sabia-o. Um bom nome é essencial para captar a física e os processos envolvidos. Wheeler tinha criado em 1958 o termo buraco de verme (wormhole em inglês) para objetos que ligavam regiões diferentes do espaço-tempo. Dez anos depois ele usou o termo buraco negro para objetos colapsados (black hole em inglês).

## 3. A versão de John Wheeler para o nome buraco negro

A descrição de como o termo buraco negro foi introduzido para descrever o estado final do colapso gravitacional de uma estrela massiva é apresentada por John Wheeler no capítulo 13 da sua autobiografia científica *Geons, Black Holes & Quantum Foam*, que tem como sub-título *A Life in Physics* [18].

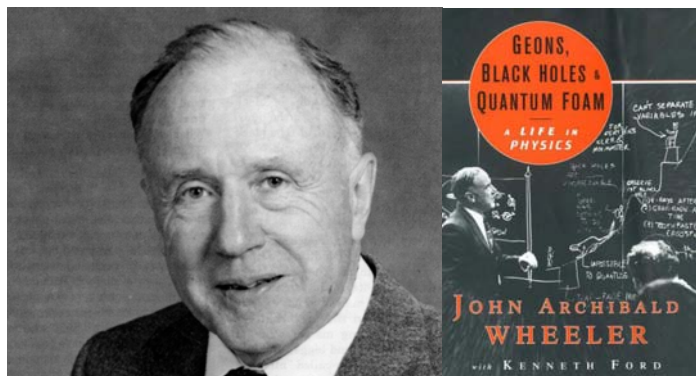


Fig. 1 - O físico John Archibald Wheeler (1911-2008) e a sua autobiografia científica [18].

Wheeler, um físico da Universidade de Princeton, destacou-se no início da carreira como físico nuclear. Inventou a matriz-S que dá conta do espalhamento da colisão de partículas em processos quânticos e trabalhou no projeto Manhattan que desenvolveu a primeira bomba atômica. Wheeler descreve como os seus interesses em física nuclear, e posteriormente em relatividade geral, o levaram no final da década de 1950, a interessar-se por estrelas e em particular pelo centro de estrelas em fase final de vida. Qual o estado final de uma estrela depois de ter consumido todo o seu combustível nuclear? Será que explode? Ou será que implode num núcleo de matéria densa? E se assim é, quão denso e pequeno será esse núcleo? Estas eram algumas das perguntas a que Wheeler queria responder. Wheeler não era o primeiro a fazê-las e respostas parciais existiam. Já se sabia que o destino da estrela dependia do quão massiva ela era.

Estrelas pouco massivas poderiam acabar a sua vida como anãs brancas, como Chandrasekhar, um físico indiano a trabalhar em Cambridge, tinha revelado em 1930. Ele calculou que a massa máxima que uma anã branca pode ter é 1.4 vezes a massa do Sol, agora chamado limite de Chandrasekhar. Seguindo as ideias de Fritz Zwicky, um astrónomo suíço radicado no Caltech, especulava-se também que estrelas um pouco mais massivas poderiam terminar a sua vida como estrelas de neutrões, que na altura ainda não tinham sido observadas, mas eram previstas teoricamente como objetos muito compactos em que a gravidade extrema obriga os eletrões e protões a fundirem-se formando neutrões. A estrela torna-se uma espécie de um núcleo atômico gigante e, como Landau, o renomado físico russo, inferiu, o valor da massa limite de uma tal estrela de neutrões era da ordem do limite de Chandrasekhar. Oppenheimer e Volkoff em 1939 confirmaram esta previsão de Landau para a massa máxima e constataram que era teoricamente possível que nada conseguisse travar a implosão de uma estrela ainda mais massiva. Por seu turno, Oppenheimer e Snyder ainda em 1939 através de um modelo simplificado apresentaram então o resultado famoso que uma estrela podia colapsar para dentro do seu próprio raio gravitacional [4]. Anos mais tarde, na década de 1950, Wheeler e os seus alunos voltaram a estudar todos estes problemas e comprovaram que num certo intervalo de massas, que encontraram ser um pouco superior ao limite de Chandrasekhar, estas estrelas poderiam ser estáveis e descrever o estado final do colapso de uma estrela. Mas era o destino de estrelas ainda mais massivas que intrigava particularmente Wheeler, que depois de várias idas e vindas se convenceu que o resultado de Oppenheimer e Snyder era válido genericamente. Para estrelas muito massivas o seu estágio final era o de um objeto completamente colapsado gravitacionalmente (ver [12,13] para uma exposição detalhada).

Conforme está relatado na sua autobiografia, passada cerca de uma década de ter começado a pensar nestas ideias, Wheeler, no Outono de 1967, foi convidado por Vittorio Canuto do Instituto Goddard da NASA em Nova Iorque para uma conferência nessa cidade cujo propósito era debater a natureza de um novo objeto astronómico, o pulsar, que havia

sido descoberto uns meses antes em Cambridge por Jocelyn Bell Burnell e Antony Hewish. Viria a confirmar-se logo depois que pulsares são estrelas de neutrões em rotação. Na sua palestra em Nova Iorque, Wheeler argumentou que se deveria considerar também a possibilidade de no centro de um pulsar existir um “objeto completamente colapsado gravitacionalmente”. Esta longa terminologia, contudo, tornou-se incómoda e Wheeler comentou na sua palestra que não podia estar constantemente a repeti-la e necessitava de uma terminologia mais curta. Nessa altura alguém na plateia terá sugerido “Que tal buraco negro?”. Wheeler escreve que este termo lhe pareceu precisamente apropriado para o “objeto completamente colapsado gravitacionalmente”, terminologia que, ele diz, procurava há meses. Algumas semanas mais tarde, em 29 de dezembro de 1967, quando deu uma palestra convidada, a Aula Sigma Xi-Phi Beta Kappa, com o título “Space and Time”, no encontro anual da Associação Americana para o Avanço da Ciência no New York Hilton [19], Wheeler usou o termo buraco negro, que foi depois incluído na versão escrita dessa palestra publicada na primavera de 1968 [7]. E deste modo, de acordo com Wheeler, o nome buraco negro entrou na literatura científica.

Bartusiak [20], uma escritora especialista em física e astrofísica, confronta as lembranças temporais de Wheeler. Assim, a conferência sobre pulsares e estrelas de neutrões no Instituto Goddard só se realizou em maio de 1968; pulsares foram anunciados oficialmente em fevereiro desse ano. Em novembro de 1967 houve efetivamente uma conferência no Goddard sobre supernovas, mas o nome de Wheeler não consta nos anais da conferência [21]. É possível que ele tenha dado a palestra nessa conferência e não tenha enviado a versão escrita para os editores, mas nem isso é garantido. O que é incontestável é que ele usou o nome buraco negro no discurso depois do jantar no encontro anual da Associação Americana para o Avanço da Ciência e que o nome foi impresso na revista *American Scientist* em 1968 no artigo com título “Our Universe: The Known and the Unknown” [7]. Também não existe dúvida que, após esta publicação, o nome buraco negro difundiu-se por toda a esfera do conhecimento e Wheeler foi legitimado como estando na sua origem.

#### **4. O Texas Symposium em Dallas e o encontro da Associação Americana para o Avanço da Ciência em Cleveland em 1963**

Independentemente dos detalhes da história de Wheeler para a origem do termo buraco negro, existe no entanto a história que Wheeler não contou.

Esta história remonta a um encontro científico que teve lugar na cidade norte americana de Dallas, em

julho de 1963, o primeiro Texas Symposium on Relativistic Astrophysics. A organização deste encontro foi motivada pela recente descoberta dos quasares, os objetos situados a distâncias cosmológicas que libertavam quantidades colossais de energia. Na verdade, uma parte da comunidade começou a especular que fenômenos e conceitos relativistas eram fundamentais para explicar a geração destas energias, o que originou a ideia duma conferência em astrofísica relativista [22,23], uma área científica inexistente até à época.

Surpreendentemente, o termo buraco negro foi usado nesse primeiro Texas Symposium, nas discussões sobre os objetos completamente colapsados gravitacionalmente e que os cientistas conjecturavam que poderiam estar associados à enorme quantidade de energia emitida pelos quasares.

Na sequência, a revista *Life* publica, no início de 1964, um artigo com título “Heavens’ new enigma, What are quasi-stellars?”, da autoria do jornalista Albert Rosenfeld [24]. O artigo refere-se ao encontro em Dallas que ocorrera seis meses antes e é dedicado à questão dos quasares. Este artigo expõe a ideia dos astrofísicos Fred Hoyle e William Fowler de que a fonte de energia dos quasares poderia estar associada ao colapso gravitacional de matéria, que, como escreveu Rosenfeld, resultaria num “invisible black hole in the universe” [24].

O termo voltou a ser usado numa outra conferência em Cleveland, realizada em dezembro de 1963, promovido pela Associação Americana para o Avanço da Ciência. Esta conferência motivou um artigo da autoria da jornalista Ann Ewing, com o título “Black Holes in Space” [25] (ver Figura 2). A jornalista começa o artigo com a frase “Space may be peppered with black holes” e continua depois “Such a star then forms a “black hole” in the universe”. Foi com efeito neste artigo que o nome buraco negro surge pela primeira vez impresso. O artigo de Rosenfeld sobre o Texas Symposium, que ocorrera em julho do ano anterior, foi tardiamente publicado, seis dias depois do artigo de Ewing.

SCIENCE NEWS LETTER for January 18, 1964

ASTRONOMY

## “Black Holes” in Space

The heavy densely packed dying stars that speckle space may help determine how matter behaves when enclosed in its own gravitational field—By Ann Ewing

Fig. 2 - O artigo de Ann Ewing de 1964 onde o termo Black Hole surge publicado pela primeira vez [25].

Os dois autores, Rosenfeld [24] e Ewing [25] publicaram, mais de quatro anos antes, o termo buraco negro com o mesmo sentido que o artigo de Wheeler [7]. Que eles não criaram o termo é sabido. Marcia

Bartusiak cita que o próprio Rosenfeld disse que não inventou o termo e o que ouviu ser mencionado no encontro de Dallas [20]. Contudo, nem Rosenfeld nem Ewing esclarecem qual o físico ou quais os físicos que usaram este termo nos encontros de Dallas e Cleveland.

### 5. Robert Dicke e o buraco negro de Calcutá

O primeiro Texas Symposium foi tão bem-sucedido que originou uma série de conferências que se perpetuam até hoje: é realizado um simpósio a cada dois anos. Durante o 27º Texas Symposium, em 2013, Marcia Bartusiak apresentou o seu trabalho sobre a origem do termo [26] (ver também [20]). Hong-Yee Chiu, um astrofísico norte-americano de origem chinesa que inventara o termo quasar [5], e que participara ativamente no 1º Texas Symposium em Dallas e organizara o encontro em Cleveland, confirmou ter usado o termo buraco negro nesse encontro. Em particular é-lhe atribuída a frase “Space may be peppered with black holes” com que Ewing inicia o seu artigo. Contudo, Chiu negou ter inventado o termo buraco negro e localizou a sua origem num colóquio em Princeton a que ele assistira enquanto era postdoc, em 1960 ou 1961, proferido pelo físico de Princeton Robert Dicke, no qual este comparou estrelas totalmente colapsadas gravitacionalmente ao “buraco negro de Calcutá”. Segundo Chiu [20], Dicke voltou a usar o nome buraco negro em palestras em 1961 e 1962 no Goddard Institute em Nova York onde Chiu agora trabalhava. Essas palestras, nas quais Wheeler também participara, ficaram registadas [27] mas o termo buraco negro não é referido nesses anais.

Adicionalmente, Martin McHugh, um físico interessado na obra de Dicke, mencionou a Bartusiak [20] uma outra perspectiva curiosa, ver também [28] para outros detalhes. Os filhos de Robert Dicke recordam que quando algo se perdia em sua casa, o pai declarava: “Ah, deve ter sido sugado pelo buraco negro de Calcutá”. O que é o buraco negro de Calcutá referido por Dicke? Existiu um lugar denominado buraco negro de Calcutá, que ficou tristemente célebre na história Britânica na Índia. Tratava-se de uma pequena prisão do Forte William, em Calcutá, destinada a não mais do que dois ou três prisioneiros em simultâneo. Na sequência de uma disputa com a Companhia das Índias Orientais, que na altura controlava o forte, o governante local, Siraj ud-Daulah, mandou fazer um cerco ao Forte que acabou por ser conquistado em 20 de junho de 1756. De acordo com a narração do britânico John Holwell, 146 soldados ao serviço da companhia das Índias foram capturados. Os vencedores enclausuraram os capturados na pequena prisão do forte, conhecida como “buraco negro” na gíria dos soldados. Os prisioneiros foram tão apertados na pequena cela que foi difícil encerrar a porta. Durante essa noite, 123 dos 146 prisioneiros morreram, asfixiados ou esmagados. Os detalhes deste episódio são disputados por outras fontes, mas esta versão foi perpetuada durante o domínio britânico da Índia, havendo ainda um monumento que serve de memorial da tragédia na igreja de St. John’s em Calcutá, em memória daqueles que “morreram na prisão Buraco Negro” [29]. Este relato, de mais de uma centena de homens comprimidos até serem esmagados num

pequeno cubículo chamado buraco negro, inspirou Dicke a chamar de buraco negro ao objeto gerado por colapso gravitacional total de uma estrela.

Assim o nome buraco negro surge, em primeiro lugar, por intermédio de Robert Dicke.

## 6. A história plausível do nome buraco negro

Dado que o uso do nome buraco negro era corrente desde pelo menos 1961 em certos círculos que Wheeler frequentava, é intrigante que ele tenha omitido, na sua descrição da origem do termo buraco negro, os usos anteriores desta terminologia, que inclusive apareceram publicados.

Esse desconforto ficou patente quando Canuto, que teria organizado o tal encontro no Goddard Institute em 1967 que verdadeiramente só se realizou em 1968, confrontado com a história apresentada por Wheeler no livro, exteriorizou uma certa irritação e comentou “Wheeler podia ter contado a história que quisesse” [30].

Por certo, sendo colega de Dicke em Princeton, é impossível que Wheeler nunca tenha afluído o tema com Dicke, ou que não tenha chegado aos ouvidos de Wheeler, nos corredores de Princeton, uma expressão tão idiossincrática como “buraco negro de Calcutá”. Wheeler, por uma razão ou por outra, não esteve presente nem no Texas Symposium em Dallas em 1963, nem no encontro em Cleveland também em 1963, embora o seu estudante à época, Kip Thorne, tenha apresentado um trabalho no simpósio de Dallas. No entanto, Wheeler participou nas palestras do Goddard Institute em 1961 e 1962, onde Chiu afirmou que ouviu Dicke preferir o termo buraco negro diversas vezes.

É um facto conhecido que, em certos meios e para algumas pessoas, o nome buraco negro não assentava bem. Era considerado obscuro, um nome de baixo calão. Feynman, por exemplo, acusou Wheeler de ser perverso por usar este nome [20]. Já o nome era falado e escrito comumente no resto do mundo, os físicos franceses, por o considerarem indecoroso, continuavam a resistir em adotá-lo por mais algum tempo [17]. Fica desta forma claro, que mesmo após o nome ser praticado de alguma maneira em Princeton e na sua esfera de influência no início da década de 1960, havia ainda entraves a entregá-lo ao mundo. Mas houve um dia em que não houve mais embaraço e os entraves foram postos de lado para sempre.

Deste modo, o que transparece é que, em algum momento no Outono de 1967, presumivelmente em Nova Iorque, Wheeler decidiu adotar definitivamente o nome, independentemente de outros sentidos que este pudesse ter, e usou a história de que alguém da audiência lhe gritou o termo buraco negro como uma metáfora para outra realidade.

Esta interpretação é reforçada por José Acácio de Barros, um físico brasileiro da San Francisco State University que colaborou com Patrick Suppes, um filósofo da ciência norte-

americano. Segundo Barros, numa conversa a três, entre ele, Suppes e Wheeler em 1996, Wheeler terá dito que o nome buraco negro era recorrente nas conversas que ele tinha com Dicke e que havia sempre sorrisos brincalhões entre os dois quando este nome era mencionado [31]. Mais, nessa conversa a três, ainda segundo Barros, quem na audiência gritou “Que tal buraco negro?” foi o próprio Dicke [31,32].

Assim se fecha o círculo. A história, quando analisada em detalhe, é frequentemente mais rica do que apresentada pela sabedoria convencional. Não deixa de ser misterioso que John Wheeler tenha suprimido, na sua descrição da origem do termo buraco negro, os usos anteriores desta terminologia. No caso da história do termo buraco negro é factual que não foi John Wheeler quem teve a ideia, nem o primeiro a publicar o termo com o seu significado científico moderno. Foi Dicke quem teve esse rasgo e foi ele quem deu o aval a Wheeler ao berrar “que tal buraco negro?”, para Wheeler poder começar a usar o nome à vontade.

## 7. A aceitação, a popularização e a importância do nome buraco negro

Wheeler quando em 1968 pôs buraco negro como título de uma subsecção do seu artigo [7] conferiu ao termo a sua autoridade e o nome buraco negro prendeu de imediato a imaginação dos cientistas e do público em geral. Nos cinquenta anos subsequentes, desde 1968 até hoje, o nome foi usado um número astronómico de vezes e é claramente uma data para ser comemorada [33].

Realmente é o nome ideal. A singularidade cava um buraco no espaço-tempo não deixando que nada na região dentro do horizonte de eventos consiga sair. Para um observador exterior esse buraco é visto como negro, nem luz é emitida de lá.

A solução de Schwarzschild de 1916 foi inicialmente considerada como uma solução que descrevia o espaço-tempo exterior a uma estrela. No entanto, quando considerada como uma solução pura, sem estrela, apresentava problemas que os físicos demoraram tempo a resolver (ver [34] para a comemoração dos cem anos da solução). Somente mais de 50 anos depois da solução ter sido publicada, já quando estava bem entendida, é que ficou com o seu nome definitivo: buraco negro de Schwarzschild,

É difícil enfatizar a extrema importância do buraco negro de Kerr, isto é, a solução de buraco negro em rotação. Os buracos negros astrofísicos têm rotação, seja ela pequena ou grande, e o buraco negro de Kerr permite estudar processos dinâmicos na sua vizinhança que espelham o que se passa com os buracos negros observados. Além disso, ao trazer nova dinâmica a



buracos negros, a solução de buraco negro de Kerr deu azo a desenvolvimentos teóricos impressionantes. Por exemplo, conseguiu-se demonstrar que “buracos negros não têm cabelos”, outro termo criado por Wheeler em 1969 para tornar claro que buracos negros tinham apenas duas propriedades: a sua massa e o seu momento angular (ver [35] para uma discussão moderna deste teorema). Este termo também suscitou polémica inicialmente. Apesar do seu temperamento sério, Wheeler tinha um lado maroto como transparece e como é confirmado por Thorne ao descrever como Wheeler ao inventar este novo termo, “buracos negros não têm cabelos”, gerou uma série de problemas com o editor da revista *Physical Review* [17] (ver também [36]).

Os progressos extraordinários em teoria de buracos negros culminaram com a constatação que os buracos negros são objetos termodinâmicos e com a descoberta por Hawking em 1974 que, por processos quânticos, buracos negros emitem radiação com temperatura de corpo negro. Mas isto é outra história.

## Agradecimentos

Agradecemos a Luís Carlos Crispino por, durante a realização da X Black Holes Workshop, em 17 e 18 de dezembro de 2017 em Aveiro, ter chamado a nossa atenção para os artigos de Ann Ewing e de Tom Siegfried e para o artigo de Alberto Saa onde são mencionados esses artigos que estiveram na gênese deste trabalho. Agradecemos a José Acácio de Barros por nos ter comunicado a sua conversa com Patrick Suppes e John Wheeler.

## Referências

1. C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, *Gravitation* (W. H. Freeman & Co, San Francisco 1973).
2. J. A. Wheeler, *A Journey into Gravity and Spacetime* (W H Freeman & Co, Scientific American Library 1990).
3. K. Schwarzschild, Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie, *Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften* 1916, 189 (1916).
4. J. R. Oppenheimer, H. Snyder, On continued gravitational contraction, *Physical Review* 55, 455 (1939).
5. H-Y Chiu, Gravitational collapse, *Physics Today* 17(5), 21 (1964).
6. R. P. Kerr, Gravitational field of a spinning mass as an example of algebraically special metrics, *Physical Review Letters* 11, 237 (1963).
7. J. A. Wheeler, Our Universe: The known and the unknown, *American Scientist* 56, 1 (1968); *The American Scholar* 37,968).

8. R. Narayan, J. E. McClintock, Observational evidence for black holes, in *General Relativity and Gravitation, A Centennial Perspective*, editado por A. Ashtekar et al (Cambridge University Press, Cambridge 2015); arXiv:1312.6698 [astro-ph.HE], p. 133.
9. J. Kormendy, L. C. Ho, Coevolution (or not) of supermassive black holes and host galaxies, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 51, 511 (2013); Xiv:1304.7762 [astro-ph.CO].
10. B. P. Abbott et al. LIGO-Virgo Scientific Collaborations, Observation of gravitational waves from a binary black hole merger, *Physical Review Letters* 116, 061102 (2016); arXiv:1602.03837 [gr-qc].
11. J. P. S. Lemos, Buracos negros e partículas de massa nula, *Gazeta de Física* 25 (Fascículo 4), 39 (2002).
12. W. Israel, Dark stars: the evolution of an idea, in *Three Hundred Years of Gravitation*, editado por S. W. Hawking, W. Israel (Cambridge University Press, Cambridge 1987), p. 199.
13. J. P. S. Lemos, O destino das estrelas, *Ciência Hoje* 97, 42 (1994).
14. T. Regge, J. A. Wheeler, Stability of a Schwarzschild singularity, *Physical Review* 108, 1063 (1957).
15. Ya. B. Zeldovich, I. D. Novikov, *Relativistic Astrophysics: Stars and Relativity, Volume 1* (University of Chicago Press, Chicago 1971).
16. J. P. S. Lemos, V. T. Zanchin, Quasiblack holes with pressure: Relativistic charged spheres as the frozen stars”, *Physical Review D* 81, 124016 (2010); arXiv:1004.3574 [gr-qc].
17. K. Thorne, *Black Holes & Time Warps: Einstein’s Outrageous Legacy* (W. W. Norton & Company, New York 1995).
18. A. Wheeler, K. Ford, Geons, Black Holes & Quantum Foam (W. W. Norton & Company, New York 1998).
19. AAAS Annual Meeting, 26-31 December 1967, New York City, Tentative Schedule of Sessions: [science.sciencemag.org/content/157/3795/1468.full.pdf](http://science.sciencemag.org/content/157/3795/1468.full.pdf), ver também <http://science.sciencemag.org/content/157/3795/1468>
20. M. Bartusiak, *Black Hole* (Yale University Press, Yale 2015).
21. P. J. Brancazio, A. G. W. Cameron (editores), *Supernovae and their Remnants*, Proceedings of the Conference held at the Goddard Institute for Space Studies, NASA, New York 1967 (Gordon and Breach, New York 1969).
22. I. Robinson, A. Schild, E. L. Schucking (editores), *Quasi-Stellar Sources and Gravitational Collapse*, Proceedings of the First Texas Symposium on Relativistic Astrophysics, Dallas 1963 (University of Chicago Press, Chicago 1965).
23. E. L. Schucking, The first Texas Symposium on relativistic astrophysics, *Physics Today* 42(8), 46 (1989).
24. A. Rosenfeld, What are quasi-stellars? Heavens’ new enigma, *Life Magazine* January 24, 11 (1964).
25. A. Ewing, “Black holes” in space, *Science News Letter* 85, 39 (January 18, 1964).
26. M. Bartusiak, Bermuda triangles of space: How the public first met black holes, Talk at the 27 Texas Symposium on Relativistic Astrophysics (2013); <http://nsm.utdallas.edu/texas2013/proceedings/3/2/g/Bartusiak.pdf>
27. H.-Y. Chiu, W. F. Hoffmann (editores), *Gravitation and Relativity* (W. A. Benjamin, New York, 1964).
28. T. Siegfried, 50 years later, it’s hard to say who named black holes, *Science News* blog, <https://www.sciencenews.org/blog/context/50-years-later-it%E2%80%99s-hard-say-who-named-black-holes>
29. Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Black\\_Hole\\_of\\_Calcutta](https://en.wikipedia.org/wiki/Black_Hole_of_Calcutta)
30. V. Canuto, depoimento a J. P. S. Lemos em Nova York, 2003.
31. A. Barros, depoimento aos autores em Lisboa em 14 de Dezembro de 2017 e emails para os autores, 20 de Dezembro de 2017, 2 de Junho de 2018 e 3 de Junho de 2018.
32. J. P. S. Lemos, na conversa com John Wheeler durante a tarde de 19 de Janeiro de 1994 em Santiago do Chile, na conferência *The Black Hole 25 Years After*, infelizmente o assunto da origem do nome buraco negro não foi mencionado.
33. V. Cardoso, C. A. R. Herdeiro, F. C. Mena, J. P. S. Lemos, J. Natário, XI Black Holes Workshop: The Black Hole 50 Years After, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 17 e 18 de Dezembro de 2018, <https://centra.tecnico.ulisboa.pt/network/grit/bhw11/>.
34. A. Saa, Cem anos de buracos negros: o centenário da solução de Schwarzschild, *Revista Brasileira de Ensino de Física* 38, e4201 (2016).
35. C. A. R. Herdeiro, E. Radu, Asymptotically flat black holes with scalar hair: a review, *International Journal Modern Physics D* 24, 1542014 (2015); arXiv:1504.08209 [gr-qc].
36. W. Israel, “Absurd and ridiculous”: The collapse of solidity, in *The Black Hole, 25 Years After*, Proceedings of the Conference, Santiago do Chile 1994, editado por C. Teitelboim, J. Zanelli (World Scientific Publishing 1998), p. 87.