

Cientistas simulam buraco negro em tanque de água

Trabalho com participação de pesquisador brasileiro reproduz padrões de oscilação de ondas gravitacionais

José Tadeu Arantes
Da Agência Fapesp

Certos fenômenos que ocorrem em buracos negros, mas não podem ser observados diretamente nas investigações astronômicas, podem ser estudados por meio de simulações em laboratório. Isso se deve a uma analogia peculiar entre processos característicos de buracos negros e processos hidrodinâmicos. O denominador comum de uns e outros é o fato de as propagações de ondas se darem de forma bastante similar.

Essa possibilidade é explorada em um novo artigo publicado na *Physical Review Letters*. O físico Maurício Richartz, professor da Universidade Federal do ABC (UFABC), é um dos autores do artigo, produzido pelo grupo de Silke Weinfurter, da School of Mathematical Sciences da University of Nottingham, no Reino Unido. O trabalho teve apoio da Fapesp por meio do Projeto Temático "Física e geometria do espaço-tempo", coordenado por Alberto Vazquez Saa.

"Embora este estudo seja inteiramente teórico, temos feito também simulações ex-

O equipamento é, basicamente, um grande tanque de água, com dimensões de 3 metros por 1,5 metro

perimentais no laboratório de Weinfurter. O equipamento é, basicamente, um grande tanque de água, com dimensões de 3 metros por 1,5 metro. O tanque dispõe de um ralo no centro e de um aparato de bombeamento, que reintroduz a água que escoou. Isso possibilita que o sistema atinja um ponto de equilíbrio, no qual a quantidade de água que entra iguala a quantidade de água que sai. Dessa forma, conseguimos simular um buraco negro", disse Richartz à Agência Fapesp.

O pesquisador explicou como isso é possível. "A água ganha velocidade à medida que escoou. Quanto mais próxima do ralo, mais rapidamente ela flui. Então, quando produzimos ondas na superfície da água, passamos a ter duas velocidades importan-

tes: a velocidade de propagação das ondas na água e a velocidade de escoamento da água como um todo", disse.

"Longe do ralo a velocidade das ondas é muito maior do que a velocidade do fluido. Por isso, as ondas podem se propagar em qualquer direção. Perto do ralo, porém, a situação muda: a velocidade do fluido torna-se muito maior do que a velocidade das ondas. E isso faz com que a onda seja arrastada pelo fluido, mesmo que ela se propague em sentido contrário. Dessa forma, é possível produzir, em laboratório, um simulacro do buraco negro", prosseguiu.

No buraco negro astrofísico real, a atração gravitacional captura a matéria e impede o escape de qualquer tipo de onda – mesmo das ondas luminosas. No simulacro hidrodinâmico, são as ondas na superfície do fluido que não conseguem escapar do vórtice que se forma.

Em 1981, o físico canadense William Unruh descobriu que a similaridade dos dois processos, o do buraco negro e o hidrodinâmico, constitui mais do que uma simples analogia. De fato, fei-

tas algumas simplificações, as equações que descrevem a propagação de uma onda nas vizinhanças do buraco negro tornam-se rigorosamente iguais às equações que descrevem a propagação da onda na água que escoou pelo ralo.

É isso que legitima investigar, no processo hidrodinâmico, fenômenos característicos de buracos negros. No novo estudo, Richartz e colaboradores estudaram o relaxamento de um simulacro de buraco negro hidrodinâmico fora do equilíbrio, levando em conta fatores que haviam sido ignorados até então. O fenômeno estudado é, em alguns aspectos, semelhante ao processo de relaxamento de um buraco negro astrofísico real que emite ondas gravitacionais após ser criado pela colisão de dois outros buracos negros.

"Uma análise cuidadosa do espectro das ondas revela as propriedades do buraco negro, como o momento angular e a massa. Em sistemas gravitacionais mais complexos, o espectro pode depender de mais parâmetros", descreve o artigo publicado em *Physical Review Letters*.

Lúri
Moreira

iurimoreira.imprensa@gmail.com

João Pessoa recebe road show inédito do Google

Reunir gestores de instituições de ensino para debater e apresentar as soluções da gigante mundial Google para a tecnologia na Educação. Essa é a proposta do Google Education On Tour, evento inédito na Paraíba, que será realizado no próximo dia 7 de fevereiro, no Nord Luxor João Pessoa. O encontro será organizado pela Safetec, empresa credenciada do Google for Education no Norte e Nordeste. O objetivo do Google Education On Tour é acelerar o desenvolvimento do setor educacional nas regiões onde acontece e oferecer às escolas e faculdades a oportunidade de se tornar instituições de ensino referência Google.

O evento vai apresentar as melhores práticas de ferramentas e recursos para criar salas de aula de impacto, através de uma programação que inclui palestras e atividades dinâmicas. Um desses momentos será a formação das hand zones, onde os participantes são divididos em grupos coordenados pela equipe da Safetec, utilizando dispositivos como os chromebooks e a plataforma Google for Education. O evento acontece das 9h às 15h30, é gratuito e restrito a gestores das principais instituições educacionais privadas do Estado.

A jato

Maior empresa varejista on-line do mundo, a Amazon anunciou nesta semana que está iniciando suas operações de venda direta no Brasil. Até então, a empresa vendia seus produtos através de lojas parceiras. Ao todo, serão 12 diferentes categorias de produtos entregues pela própria empresa, com entrega garantida em até dois dias, dependendo da localidade. Para tanto, a empresa montou seu novo centro de logística para a operação em Cajamar, na região metropolitana de São Paulo, que vem se juntar ao já existente em Barueri. São aproximadamente 42 mil metros quadrados, onde vão atuar cerca de 1,4 mil funcionários. Dependendo da localidade, a Amazon garante a entrega em até dois dias, com um custo mais caro. No entanto, o frete deverá ser grátis para compras acima de R\$ 99,00 – para livros e videogames -, ou acima de R\$ 149 para todas as outras categorias. Entre as 12 categorias estão brinquedos, produtos para bebês, livros, games, beleza e cuidados pessoais.

Desafio dos 10 anos

Transformar o retrato da cobertura de rede móvel do Brasil. E a TIM cumpriu a meta com excelência. O avanço tecnológico e investimentos desse período permitiram que a operadora oferecesse conectividade para mais de 90% da população brasileira. Em 2009, a empresa estava começando a implantação da sua rede 3G, com poucas cidades cobertas. Em 2019, quase todo o território brasileiro possui as tecnologias de terceira e quarta gerações. A operadora segue liderando a rede 4G no Brasil, atendendo 3.272 cidades, além dos 3.169 municípios cobertos por 3G.

Nero

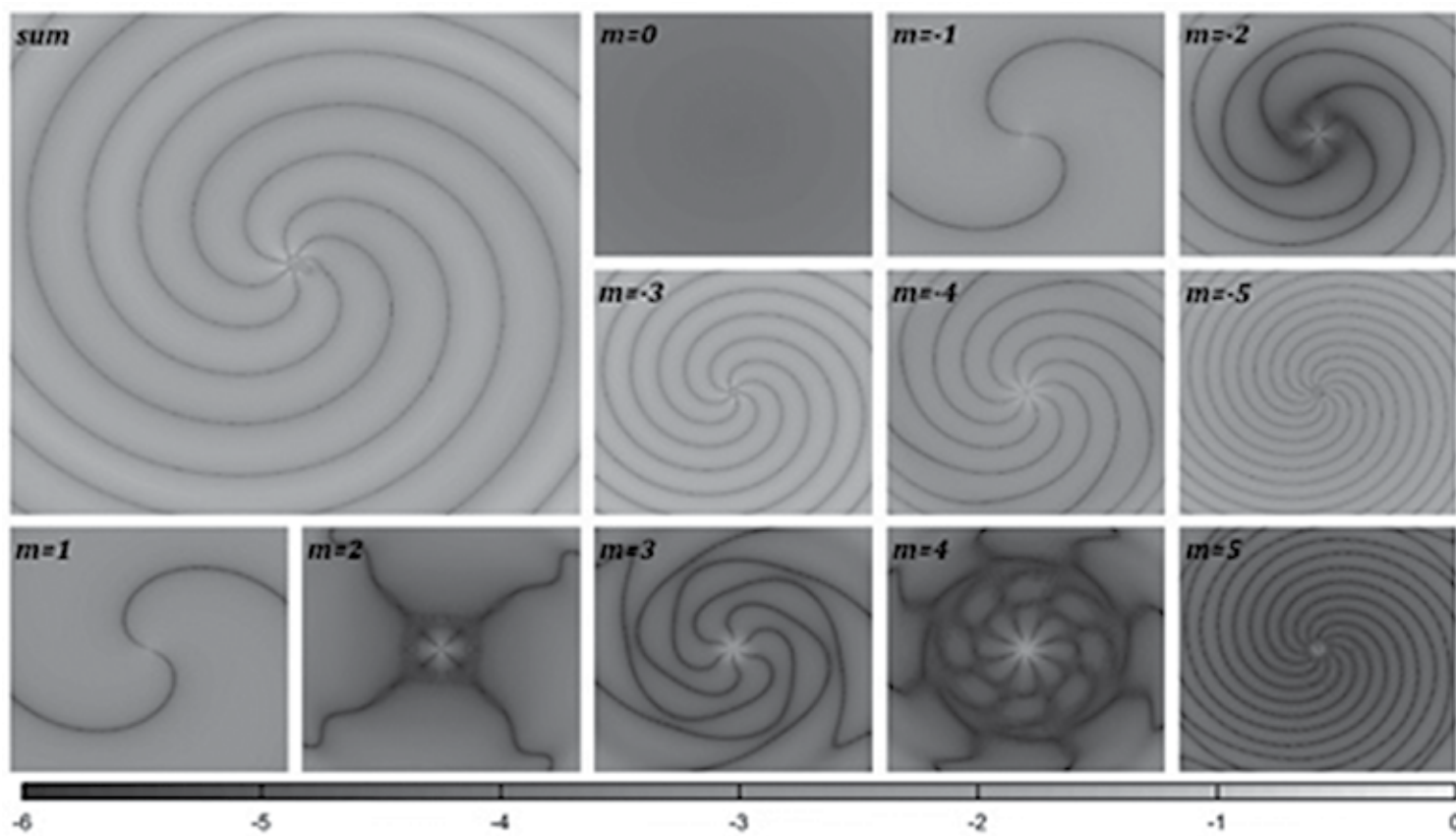
Depois do Natal e do Réveillon, chegam as férias de janeiro e com elas a grande oportunidade para os mais entusiastas videofans botarem a criatividade pra trabalhar na captura dos melhores e mais mágicos momentos das viagens com a família e os amigos. Uma boa pedida é o Nero Video, incluído no Nero e os amigos. Uma boa pedida é o Nero Video, incluído no Nero e os amigos. Uma boa pedida é o Nero Video, incluído no Nero e os amigos. Uma boa pedida é o Nero Video, incluído no Nero e os amigos.

Microssatélites

A Satellogic, empresa de origem argentina dedicada a análises geoespaciais, anunciou a assinatura de um contrato de serviço para diversos lançamentos com a China Great Wall Industry Corporation (CGWIC). A CGWIC levará ao espaço 90 microssatélites da empresa desde sua base em Taiyuan. O primeiro lançamento – planejado para o último trimestre do ano em um foguete Long March 6 (LM-6) – colocará 13 novos dispositivos em órbita. A frota de microssatélites incluídas nesse acordo irá formar uma constelação de observação da Terra com a capacidade de fornecer, semanalmente, imagens com um metro de resolução de todo o planeta, reduzindo drasticamente o custo dos serviços de análise geoespacial de alta frequência.

Quatro câmeras

A Samsung anunciou no mercado brasileiro o Galaxy A9, o primeiro smartphone do mundo com quatro câmeras traseiras e preço sugerido para o Brasil de R\$ 3.199,00. O aparelho, entretanto, não filma em 4K.



A figura "sum" (maior) representa a onda completa, já as figuras menores representam alguns modos específicos que compõem a onda

Incorporando a vorticidade no estudo

Um parâmetro geralmente ignorado nos modelos mais simples – e que foi considerado no estudo – é a vorticidade. Trata-se de uma grandeza empregada em mecânica dos fluidos para quantificar a rotação de regiões específicas do fluido em movimento.

Se a vorticidade é nula, a região simplesmente acompanha o movimento do fluido. Porém, se a vorticidade não é nula, além de acompanhar o fluxo, ela também rotaciona em torno de seu próprio centro de massa.

"Nos modelos mais simples, geralmente se assume que a vorticidade no fluido seja igual a zero. Isso é uma boa aproximação para regiões do fluido situadas longe do vórtice. Mas, para re-

giões próximas do ralo, já não é uma aproximação tão boa, porque, neste caso, a vorticidade se torna cada vez mais importante. Então, uma das coisas que fizemos em nosso estudo foi incorporar a vorticidade", disse Richartz.

Os pesquisadores buscaram entender como a vorticidade influencia o amortecimento das ondas durante a propagação. Quando um buraco negro real é perturbado, ele emite ondas gravitacionais que oscilam com uma certa frequência. A amplitude das ondas decai exponencialmente com o tempo. O conjunto de ressonâncias amortecidas que descreve como o sistema excitado é levado de volta ao equilíbrio é caracterizado, tecnicamente, por

um espectro de modos quase-normais de oscilação.

"Em nosso trabalho, investigamos como a vorticidade influencia os modos quase-normais no análogo hidrodinâmico do buraco negro. E nosso principal resultado foi o fato de termos encontrado algumas oscilações que decaem muito lentamente, isto é, que permanecem ativas por muito tempo, e que ficam localizadas espacialmente nas proximidades do ralo. Essas oscilações já não constituem modos quase-normais, mas um outro padrão denominado estados quase-ligados", disse Richartz.

Um desenvolvimento futuro da pesquisa é produzir experimentalmente esses estados quase-ligados em laboratório.

Foto: Divulgação