



Estudos bioquímicos buscam avanços no tratamento do câncer

■ Divulgação Científica para quê?

■ O buraco negro na galáxia M87

■ Construindo interfaces

■ Impressão 3D de hidrogéis para
engenharia tecidual

O PesquisABC é um informativo de divulgação científica, de periodicidade quadrimestral, editado pela Universidade Federal do ABC. Seu principal objetivo é divulgar pesquisas realizadas na UFABC, de todas as áreas do conhecimento, em linguagem acessível a toda a comunidade universitária. Destina-se, também, a publicar oportunidades de participação em projetos científicos e a estimular parcerias e colaborações produtivas. Seu Conselho Editorial é composto por docentes dos três Centros da Universidade, além da Pró-Reitoria de Pesquisa e da Assessoria de Comunicação e Imprensa. Sugestões de pauta podem ser enviadas para: pesquisabc@ufabc.edu.br.

Tiragem: 500 exemplares

Conselho Editorial

Alessandra de Castilho (ACI)

Annibal Hetem Júnior (CECS)

Nazar Arakelian (CMCC)

Olympio Barbanti Junior

Sônia Maria Malmonge (ProPes)

Wendel Andrade Alves (CCNH)

Edição, Revisão e Editoração

Assessoria de Comunicação e Imprensa

Camila Binhardi Natal

Felipe Fernandes Lessa

Isabel B. L. Franca

Vanessa Ferreira

Projeto Gráfico

Edna Atsué Watanabe

 facebook.com/ufabc

 [@ufabc](https://www.instagram.com/ufabc)

 [linkedin.com/school/ufabc](https://www.linkedin.com/school/ufabc)

 twitter.com/ufabc

 youtube.com/user/ufabcvideos

Sumário

3 Estudos bioquímicos buscam avanços no tratamento do câncer

A UFABC concentra diversas pesquisas que se integram ao esforço científico que busca soluções e alternativas para o tratamento de câncer.

4 Divulgação Científica para quê?

O que é ciência? Para que serve a ciência? Para quem ela é feita? Por que ela é feita?

8 Construindo interfaces

A UFABC possui um grupo de pesquisadores em um projeto temático, financiado pela FAPESP, intitulado 'Interfaces em materiais: propriedades eletrônicas, magnéticas, estruturais e de transporte'.

10 O buraco negro na galáxia M87

Recentemente, foram divulgadas imagens do buraco negro que se localiza no centro da galáxia M87.

12 Observando a sombra de um buraco negro

Os resultados da primeira observação direta da sombra de um buraco negro foram anunciados no dia 10 de abril de 2019.

17 Impressão 3D de hidrogéis para engenharia tecidual

Por apresentar similaridades com a matriz extracelular dos tecidos humanos, os hidrogéis são amplamente utilizados na construção de estruturas tridimensionais para cultivo de células.

19 Complexo Laboratorial Nanotecnológico da UFABC

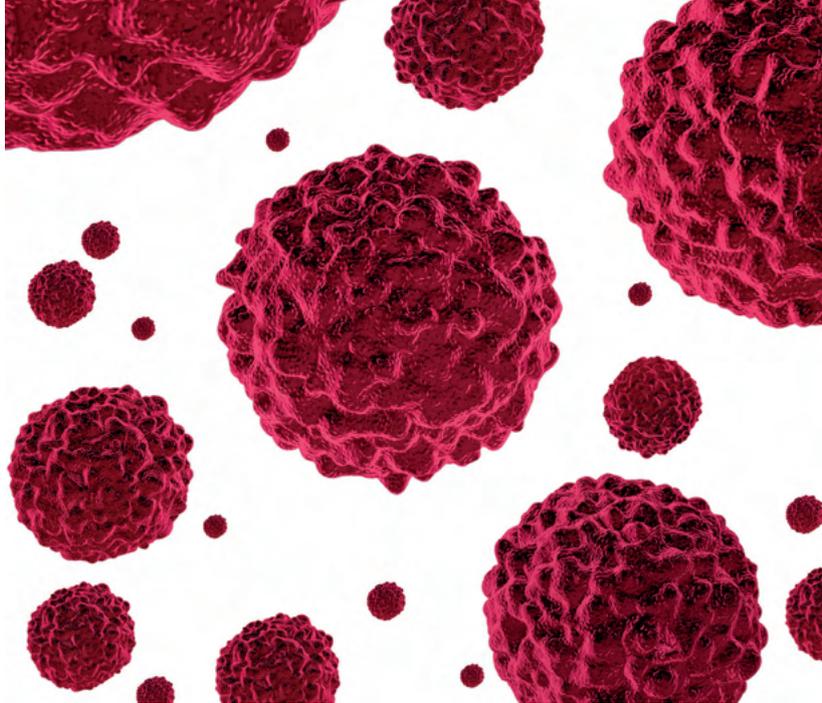
O CLN foi criado em 2013, com a aprovação de proposta submetida no âmbito do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO)

Estudos bioquímicos buscam avanços no tratamento do câncer

A UFABC concentra diversas pesquisas que se integram ao esforço científico que busca soluções e alternativas para o tratamento do câncer. Trata-se de estudos básicos que se concentram em células tumorais e na interação delas e de suas moléculas com diversos tipos de substâncias com potencial para combater a doença ou aperfeiçoar processos químicos e biológicos da ação de fármacos. O resultado esperado é a ampliação do arsenal de compostos promissores na pesquisa contra o câncer e alternativas para a produção de medicamentos mais eficazes e menos agressivos.

Entender o mecanismo de resistência de células tumorais, característica fundamental em casos agressivos, e da falha dos tratamentos de longo prazo, representam uma estratégia comum das pesquisas. O trabalho da professora Ana Carolina Santos de Souza Galvão, por exemplo, foca o desempenho do cloridrato de metformina (medicamento antidiabético de uso oral) que tem apresentado resultados favoráveis em testes de laboratório. Outra substância promissora é o óxido nitroso (NO), que, em pesquisa da professora Amedea Barozzi Seabra, mostra-se como possível coadjuvante em tratamentos quimioterapêuticos, ao criar a possibilidade de que medicamentos atuem exclusivamente em células comprometidas por meio de nanotecnologia.

Dentre os estudos que focam a busca por substâncias com ação anticancerígena, o do professor João Henrique Ghilardi Lago concentra-se no potencial de plantas



brasileiras descritas como medicinais. O objetivo é encontrar produtos naturais de estrutura química simples que possibilitem a sintetização em poucas etapas, o que permite a produção em larga escala com maior rendimento e menor custo. Até agora, segundo o cientista, quatro desses produtos naturais apresentaram atividade biológica bastante potente, gerando protótipos que podem ser utilizados para fins medicinais no futuro.

Algumas pesquisas têm a própria estrutura celular como campo para o desenvolvimento de novas estratégias de interação de fármacos com células tumorais. A professora Giselle Cerchiaro desenvolve trabalho que verifica a influência dos níveis de radicais livres sobre o metabolismo celular, avaliando a reação de células doentes ante o uso de diferentes tipos de drogas. Um projeto na área de biologia tumoral investiga o envolvimento da mitocôndria no processo que regula a morte das células. Sob a responsabilidade do professor Tiago Rodrigues, esse estudo pretende entender o funcionamento biológico das células e prospectar novas drogas que alcancem alvos específicos no processo que desencadeia o surgimento das células tumorais.

Longo caminho

A pesquisa básica, especialmente a que envolve soluções para o tratamento de

moléstias, exige tempo, recursos, atuação colaborativa e em parcerias. O caminho percorrido pelos projetos é longo e se estreita à medida que os estudos se desenvolvem. Para se ter ideia do grau de seletividade nessa área, o professor Tiago destaca que, para o emprego de uma molécula em determinado medicamento na prateleira da farmácia, de 10 a 15 mil outras são analisadas ao longo de um prazo que pode chegar a 20 anos, envolvendo custos que beiram US\$ 150 milhões.

Sem acesso direto a instituições que atuam com pacientes, as fases de testes em organismos vivos, especialmente em humanos, dependem de parcerias. O projeto da professora Giselle, por exemplo, tem acordo com pesquisadores do Hospital das Clínicas para avançar com testes de toxicidade, referentes ao estudo com radicais livres. O professor João Lago lembra que estabelecer uma ponte entre mercado e universidade tem sido outro desafio, pois apesar da indústria farmacêutica manter interesse em protótipos de novas substâncias,

praticamente não há pesquisa na indústria nacional de fármacos.

Para o professor Lago, o investimento na ciência básica é essencial por se tratar de um ramo de conhecimento que desenvolve cabeças pensantes, colocando a universidade não como apenas produtora de papers, mas também de gente com pensamento humanista. A professora Giselle considera que toda a trajetória característica desse modelo de fazer ciência torna a pesquisa básica como fundamental para a formação de cientistas.

Assessoria de Comunicação e Imprensa



Divulgação Científica para quê?

O que é ciência? Para que serve a ciência? Para quem ela é feita? Por que ela é feita?

Iniciar qualquer texto com tais perguntas parece ser algo um tanto ambicioso, considerando todas as reflexões que são e já foram feitas a partir delas. Na verdade, não se pode dizer que ciência é 'uma coisa' ou 'outra'. Não há definição única e infalível, embora muitas e muitos já tenham tentado alcançá-la. Não se pretende, aqui, tentar responder perguntas tão complexas, pretende-se, ao contrário, discutir a importância da divulgação científica ou, especificamente, de um tipo de divulgação científica.

Se uma árvore cai numa floresta e não há ninguém por perto, ela faz barulho? A questão filosófica, provavelmente baseada em George Berkeley, foi respondida no ano de

1884, na Seção de Perguntas e Respostas do Volume 50 da Revista **Scientific American**:

"[...] S. A. H. pergunta: Se uma árvore caísse em uma ilha deserta, haveria algum som? R: Som é vibração transmitida a nossos sentidos pelo mecanismo do ouvido e reconhecida como som apenas em nosso sistema nervoso. A queda de uma árvore ou qualquer outra perturbação produzirá vibrações do ar. Se não houver ouvidos para ouvir, não haverá som."

Da mesma forma, se a ciência é produzida, mas a sociedade não a percebe, ela existe para essa sociedade? Aqui, abrindo mão das reflexões mais subjetivas, pode-se argumentar que sim. Mesmo que uma pessoa não conheça o processo científico por trás de algo que ela utiliza em seu dia a dia, a ciência ainda está lá. Porém, se essa pessoa não souber onde, como e por



científicos no momento do nascimento e não de instituições, espaços, diálogos, processos, construções e metodologia.

Nesse mesmo sentido, Bueno (2010, p.2) afirma que “a percepção do público leigo é difusa e encerra uma série de equívocos, como o de imaginar que C&T não se viabilizam num *continuum*, mas que progridem aos saltos a partir de insights de mentes privilegiadas.” Assim, o autor afirma

quem essa ciência é realizada, será que ela, ainda assim, apoiará a manutenção, com verbas públicas, dos espaços e recursos necessários para o avanço científico? Se a grande maioria da sociedade não reconhecer os espaços científicos, não se sentir convidada a ocupá-los e não considerar que são espaços acessíveis para elas e seus filhos, esses espaços terão validade para essa sociedade?

É com base nesses questionamentos que pretendemos aqui discorrer sobre a importância da divulgação científica – especialmente em tempos de crise.

Em certa medida, já está estabelecido que a educação de crianças e adolescentes se dá de maneira gradual no ambiente escolar. A Educação Básica inicia-se no 1º ano do Ensino Fundamental e termina no 3º ano do Ensino Médio. É um processo. Entretanto, no consciente coletivo, que é abastecido pelas imagens típicas de representação de cientistas, a ciência não depende de processos. Nesse consciente, o cientista é sempre um homem, gênio, meio alucado, que veste um jaleco branco e tem ideias mirabolantes e revolucionárias. Desse modo, acredita-se que o avanço científico depende dessas figuras que recebem superpoderes

não existir a percepção do aspecto de construção coletiva, de processo, de método na ciência, mas uma visão individualizada daqueles que habitam (e, dentro de um imaginário, que são os únicos que possuem a capacidade para habitar) o ambiente científico.

Mas o que isso tem a ver com a divulgação científica?

Diferentemente da comunicação científica, que é aquela realizada entre pares, pessoas que possuem um entendimento comum acerca de determinado assunto e, dessa maneira, podem se comunicar usando conceitos aprofundados, termos técnicos e jargões, a divulgação científica, que aqui se entende como a popularização da ciência, precisa de outras ferramentas e estratégias para atingir o seu público-alvo.

Martino (2005, p.22) afirma que “[...] comunicar tem o sentido de tornar similares e simultâneas as informações presentes em duas ou mais consciências. Comunicar é tornar comum um mesmo objeto mental (sensação, pensamento, desejo, afeto)”. Ora, se comunicar é tornar similares as informações presentes em duas ou mais consciências, para que a comunicação ocorra de fato, é necessário

que os códigos utilizados sejam inteligíveis a todos os envolvidos no processo. E é por isso que a popularização da ciência (ou divulgação científica), para atingir seu objetivo, depende da cientista ou do cientista desvestir seu 'jaleco branco' e afastar-se do discurso duro, truncado, complicado, hiperespecializado, que muitas vezes é compreendido apenas pela pequena parcela de pessoas que está inserida num mesmo ambiente conceitual.

Assim, é preciso descomplicar a ciência. Falar de forma mais simples e trazê-la para a realidade das pessoas para que elas apropriem-se, sintam-se parte e façam uso da ciência em suas vidas. Afinal, a ciência é feita por pessoas e para as pessoas.

Mas, para que popularizar a ciência?

Primeiramente, para a sociedade. Como podemos nos chamar de 'sociedade do conhecimento' quando a vasta maioria das pessoas que compõem essa sociedade está completamente afastada, tanto do conhecimento científico quanto dos processos necessários para desenvolvê-lo? Ademais, como esperamos que cidadãos e cidadãs atuem nessa sociedade, utilizando a ciência para as decisões coletivas, se a ciência não conversa com eles?

Também, para a própria ciência. Porto, Brotas e Bortoliero (2011) apontam que, mesmo que afastadas do conhecimento científico, as pessoas não representam folhas em branco. Considerando toda sua experiência de vida dentro de uma sociedade, elas carregam uma imensidão de saberes que não podem ser mensurados. A ciência não é realizada livre de concepções anteriores da pesquisadora e do pesquisador. Todos nós somos seres carregados de preconceitos (dos mais variados) que se estabelecem de acordo com nossas experiências. Nesse sentido, quanto maior o número de vivências e saberes aproximados da ciência, e, mais

importante, do método científico, maior a possibilidade de inovação.

Além disso, para a sobrevivência da ciência e, é claro, das instituições que a produzem, como as universidades. As universidades precisam buscar e encontrar caminhos para aproximar o que produzem daqueles que estão distantes delas. Quem patrocina as pesquisas realizadas dentro das universidades públicas não são as fundações ou os governos, mas toda a sociedade, cada indivíduo que a compõe. Se essa sociedade não souber o que é feito, o que é necessário para que seja feito, entender a sua importância e ser inserida nesse processo, as universidades não terão o seu apoio para continuar existindo. Cabe a nós encontrarmos os meios e os canais para retribuir à sociedade o que dela recebemos – essa retribuição é um direito! –, não apenas produzindo conteúdos, mas estabelecendo um diálogo em canais por ela ocupados.

Encontrar canais é um grande desafio para cientistas, pois sua educação formal nem sempre (ou quase nunca) as/os prepara para essa tarefa. Já foram pensados, porém, diversos canais de popularização: meios de comunicação, palestras, HQs, podcasts, livros, mídias sociais, música, teatro, exposições, livros didáticos, campanhas educativas, documentários, movimento 'mão na massa', entre outros e muitos outros. E ter criatividade, pensar diferente e fazer algo de forma inusitada são caminhos bem interessantes a se



seguir. Lembremos: pessoas diferentes são atingidas de formas diferentes!

É necessária a busca contínua de formas e canais para popularizar a ciência, afinal, essa é uma forma justa e segura de dividir a ciência (que é um patrimônio da humanidade) com o povo. Deixá-la aos cuidados de poucos é perigoso e cruel.

Aqui na UFABC

A UFABC, com seus importantes 13 anos de vida, está construindo e fortalecendo a cada dia a sua cultura da divulgação científica. Existem muitas ações realizadas por professores, alunos e técnicos administrativos, e elas já atingiram, de alguma forma, o objetivo pretendido de impactar a sociedade.

Um exemplo de ação é o Blog UFABC Divulga Ciência (<http://proec.ufabc.edu.br/ufabcdivulgaciencia/>), um canal institucional da Seção de Divulgação Científica da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFABC, com periodicidade semanal e ISSN. Seus objetivos são: a) difundir materiais de divulgação científica da UFABC e de temas que atinjam o cotidiano e despertem o interesse da sociedade de modo geral; b) incentivar os servidores docentes e técnico-administrativos, bem como discentes e colaboradores a utilizar blogs e outros canais de comunicação para realizar a divulgação científica e c) divulgar teses, dissertações e pesquisas da UFABC (ou em colaboração com ela) em linguagem acessível ao público geral.

Existem duas vertentes do projeto:

1) divulgar conteúdos de divulgação científica contextualizados e elaborados por professores, alunos e técnicos administrativos e

2) compilar e ser um repositório de canais de divulgação científica já existentes na UFABC. Além disso, o Blog é um canal que dá voz àqueles que desejam

falar, ou escrever sobre ciência de forma descomplicada.

Claro que existem desafios; o maior deles, talvez, seja o distanciamento entre a linguagem geralmente utilizada por cientistas, muito inseridos no ambiente acadêmico e na hiperespecialização, e aquela utilizada pela maior parcela da população. Falar fácil ainda é difícil. Contudo, vamos em frente, pois há muito a se fazer. Assim como a ciência é um processo contínuo, a divulgação científica também é. E, para aquelas e aqueles que se interessam em popularizar a ciência, a Seção de Divulgação Científica da UFABC está sempre de portas abertas.

*Thiene Pelosi Cassiavillani
Vanessa Aparecida do Carmo
Seção de Divulgação Científica
Pró-reitoria de Extensão e Cultura da UFABC*

Referências

BUENO, W da C. Comunicação Científica e Divulgação Científica: aproximações e rupturas conceituais. *Informação & Informação*, v. 15, n. esp, p. 1-12, 2010.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. *Caderno Brasileiro de ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

MARTINO, L. C. FRANÇA, V.V. (Org.) Teoria da comunicação: conceitos, escolas e tendências. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2005. P.11-25.

NOVELLI, P. G. A. Para quê serve a ciência?. *Kalagatos*, v. 7, n. 13, p. 79-101, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/115152>>. Acesso em 3 mai 2019.

PORTO, C.M., BROTAS, A.M.P., BORTOLIERO, S.T., (Orgs.) Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas [online]. Salvador: EDUFBA, 2011, 242p. ISBN 978-85-232- 1181-3. Disponível em: SciELO Books.



Construindo interfaces

O controle rigoroso sobre os processos de síntese de nanomateriais que resultam em produção reprodutível de amostras com alto grau de homogeneidade corresponde a um dos grandes fatores responsáveis pelo crescimento vertiginoso da nanociência e nanotecnologia. Sólidos de dimensões nanométricas são considerados espécies intermediárias entre moléculas individuais e sólidos massivos, apresentando fenômenos e propriedades diferenciados e características desse estado de agregação.

O interesse em torno das propriedades de interfaces tem emergido nos últimos anos como um campo ativo e diversificado, envolvendo ramos tanto da pesquisa básica quanto aplicações nos domínios da biotecnologia e das ciências dos materiais. As interfaces entre diferentes tipos de materiais ou compostos são responsáveis por alguns dos mais complexos fenômenos presentes na natureza. Entre os diversos usos promissores, destacam-se o desenvolvimento de sensores, sistemas de entrega de drogas, bioeletrônica, reparação de tecidos, catálise, dentre outros. É nas interfaces que ocorre a transmissão de informações entre neurônios; para construir transístores e microprocessadores é preciso montar interfaces entre diferentes materiais semicondutores ou entre semicondutores e metais; reações catalíticas ocorrem nas interfaces entre os catalisadores e os gases/líquidos a serem processados.

Nesse sentido, a preparação e funcionalização de nanoestruturas é um tema muito rico para a pesquisa básica, permitindo o entendimento mais aprofundado das suas propriedades físico-químicas e também das espécies funcionais que modulam suas propriedades eletrônicas. As características únicas dos materiais aliadas ao desenvolvimento da físico-química desses sistemas têm despontado com um número considerável de aplicações e promessas revolucionárias em diversas áreas da atividade humana, tais como medicina,

farmacologia, eletrônica, computação, robótica, indústria química, petroquímica e meio ambiente.

A UFABC possui hoje um grupo de pesquisadores atuando em um projeto temático, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), cujo objetivo principal é o estudo de interfaces. A equipe é coordenada pelo professor Adalberto Fazzio, do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) / Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), e conta com a participação de físicos, químicos e bioquímicos da UFABC. A proposta traz uma temática de amplo interesse com grande potencial científico e tecnológico. Ela atende ao perfil necessário para a abordagem das diversas facetas desses sistemas ao apresentar uma equipe de pesquisadores com reconhecida competência em suas áreas de atuação, nos âmbitos experimental e computacional. Esse fato é atestado por bolsas de produtividade do CNPq e publicações em periódicos internacionais de grande visibilidade. Os bons resultados do projeto já alcançados são reforçados pela existência de diversas colaborações prévias entre os membros da equipe, demonstrando grande sinergismo e complementaridade entre suas linhas de atuação. Representa, portanto, uma iniciativa de alta qualidade que contribuirá com excelência para a pesquisa realizada no Estado de São Paulo.

Os projetos temáticos representam uma das mais complexas linhas de financiamento da FAPESP, focando grupos robustos, com alta produção científica e com prazos mais longos para sua realização – até cinco anos. Há pouco mais de 400 projetos desse tipo vigentes hoje no Estado de São Paulo, sendo que a UFABC é a instituição principal de somente um deles. O professor Adalberto Fazzio, coordenador do referido projeto temático, relata que “a solidez de uma pesquisa precisa de compromisso



das partes envolvidas: do pesquisador, em cumprir as metas de pesquisa acordadas, e da agência financiadora, no cumprimento do orçamento aprovado. Testemunho que a FAPESP é um exemplo de financiadora que nunca deixou nossas pesquisas pararem por descumprimento do projeto contratado. Esse fato também é reconhecido por qualquer pesquisador brasileiro.”

Esse projeto já trouxe oito bolsas (Iniciação Científica, Doutorado Direto, Pós-Doutorado) para alunos da UFABC, que estudam desde questões fundamentais envolvendo fenômenos quânticos em materiais não convencionais, como isolantes topológicos, até o desenvolvimento de materiais fotovoltaicos, microagulhas para liberação controlada e dispositivos eletrônicos para diagnóstico de vários analitos de interesse clínico, ambiental e farmacológico.

A equipe envolvida nesse projeto é composta por 23 pesquisadores, entre químicos, físicos, farmacêuticos e biólogos. Todos são professores doutores das principais universidades e centros de pesquisa de

excelência do país. Esse grupo apresenta interfaces aliadas a diversas vertentes como área base do conhecimento, o que torna a pesquisa proposta multidisciplinar, com conceitos em Física, Química, Biologia, Toxicologia, Engenharia etc. Projetos como esse permitem o planejamento de pesquisas de longo prazo, sem incorrer nas intempéries comuns ao sistema de pesquisa brasileiro – e tão nocivas a ele. Chama atenção, entretanto, o pequeno número de projetos desse tipo vigentes hoje em nossa Universidade.

Título do projeto: Interfaces em materiais: propriedades eletrônicas, magnéticas, estruturais e de transporte (FAPESP, proc. no. 2017/02317-2).

Coordenador: Adalberto Fazzio

Pesquisadores principais: Alexandre Reily Rocha; Antônio José Roque da Silva; Caetano Rodrigues Miranda; Flavio Leandro de Souza; Gustavo Martini Dalpian; Iseli Lourenço Nantes Cardoso; José Antonio Souza; Wendel Andrade Alves.

*Prof. Dr. Wendel A. Alves
Prof. Dr. Gustavo M. Dalpian
Centro de Ciências Naturais e Humanas*

O buraco negro na galáxia M87



A galáxia M87. (referência: https://en.wikipedia.org/wiki/Messier_87)

Recentemente, foram divulgadas imagens do buraco negro que se localiza no centro da galáxia M87. A imagem transformou-se em um ícone nos meios científicos, sendo alvo de inúmeros comentários e especulações. Neste texto, daremos alguns detalhes sobre essa importante realização científica.

O que é um buraco negro? Em astrofísica, a expressão 'buraco negro' remete a um objeto extremamente compacto e massivo – o que significa um objeto muito pequeno e com muita massa. E esse é o caso do buraco negro observado: ele tem cerca de 7,7 bilhões de vezes a massa do Sol, mas seu diâmetro é apenas quatro vezes o da órbita de Netuno. Esse tipo de objeto é formado por eventos cataclísmicos de proporções cósmicas, como a explosão de uma estrela gigante, o choque de estrelas de nêutrons ou a formação de uma galáxia. Nos muitos mitos populares que existem a respeito dos buracos negros, esse é tido como um 'buraco' no espaço, que atrai tudo o que passa nas proximidades. Uma parte disso é verdade, mas outra nem tanto. Imaginemos que o Sol se transformasse em um buraco negro. A órbita da Terra não seria afetada e não seríamos engolidos pela gravidade desse objeto. Isso acontece porque as órbitas são definidas pela massa do corpo central e, nesse caso, ela ainda seria a massa original do Sol. Isso significa que outros astros, como estrelas, planetas, cometas etc., que estiverem a uma distância adequada, permanecerão assim, mesmo que o centro de atração seja um buraco negro. Quem agradece por isso são as centenas de bilhões de estrelas da galáxia M87, que ainda estão

em suas órbitas sem sofrer perturbações.

Por quê M87? Em 1781, o astrônomo francês Charles Messier publicou um catálogo com vários objetos que ele havia observado no céu, cuja principal característica era não se parecerem com estrelas nem planetas. Na época todos estes objetos foram catalogados como 'nebulosas', por oferecerem uma imagem sem bordas distintas nos telescópios. Todos os itens do catálogo foram identificados com um "M" (de Messier) seguido de um número, com um total de 110 objetos. A galáxia M87 é, portanto, o 87º objeto do catálogo de Messier e é conhecida por esse nome desde então. Ela ainda tem as designações de 'NGC 4486' (NGC de New General Catalog) e 'Virgo A', sendo uma galáxia elíptica supergigante na constelação de Virgem (daí o 'virgo'). Trata-se de uma das galáxias mais massivas do universo conhecido. Em seu centro, sabia-se que havia um gigantesco buraco negro, assim como em todas as outras galáxias gigantes (como a nossa, a Via Láctea).

O que é tão importante nessa descoberta? O grande feito dos cientistas envolvidos nessa missão não é de fato uma descoberta – isso porque já se sabia que existia um buraco negro no centro de M87. A grande realização foi a tecnologia empregada. Centenas de radiotelescópios em todo o globo se uniram em uma cooperação intitulada 'Event Horizon Telescope'. A combinação desses vários instrumentos permitiu que fossem feitas observações com uma precisão nunca antes possível. A interferometria de linha de base muito longa (VLBI na sigla em

inglês) é uma técnica na qual um sinal de uma fonte de rádio é coletado em vários radiotelescópios na Terra. A distância entre os radiotelescópios é calculada usando a diferença de tempo entre as chegadas do sinal de rádio em diferentes telescópios. Isso permite que as observações de um objeto, que são feitas simultaneamente por muitos radiotelescópios, sejam combinadas, emulando um telescópio com um tamanho igual à separação máxima entre os telescópios. Assim, os astrônomos tinham a disposição um radiotelescópio do tamanho da Terra.

A imagem apresentada não é, portanto,

uma 'imagem'. Ela foi construída com imagens de rádio desse instrumento fictício. O que vemos nessa imagem são as emissões da matéria que chegou muito próxima do buraco negro e que, antes de cair em suas profundezas, se aquece e se transforma em plasma. O mesmo efeito ocorre nas luzes de neon, às quais já estamos acostumados. O resultado final é um mapa da energia emitida pela matéria caindo no buraco negro.

A tecnologia VLBI nos permitirá estudar vários outros objetos, tanto da nossa galáxia como de galáxias distantes. Assim, a humanidade saberá cada vez mais detalhes sobre os segredos do universo.

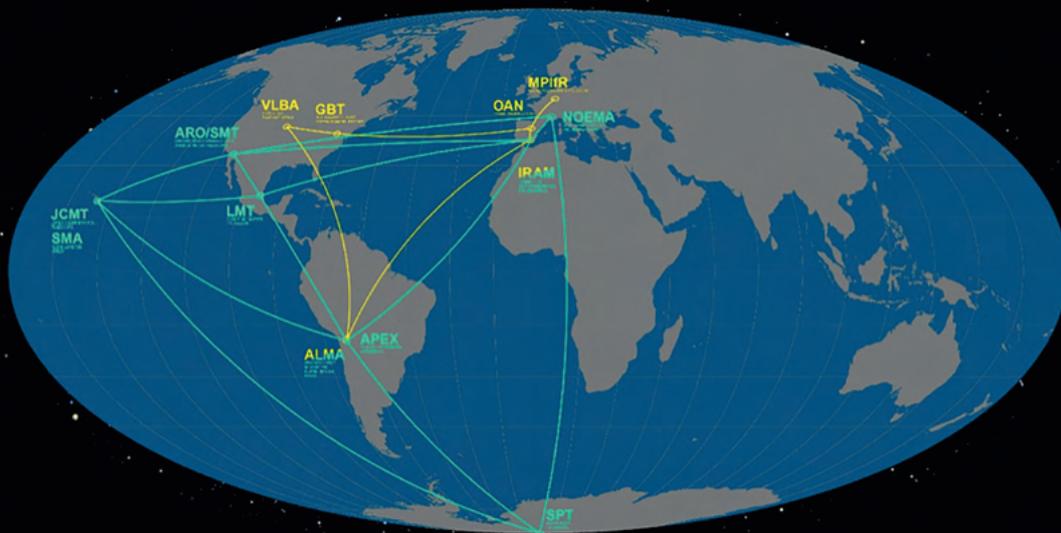
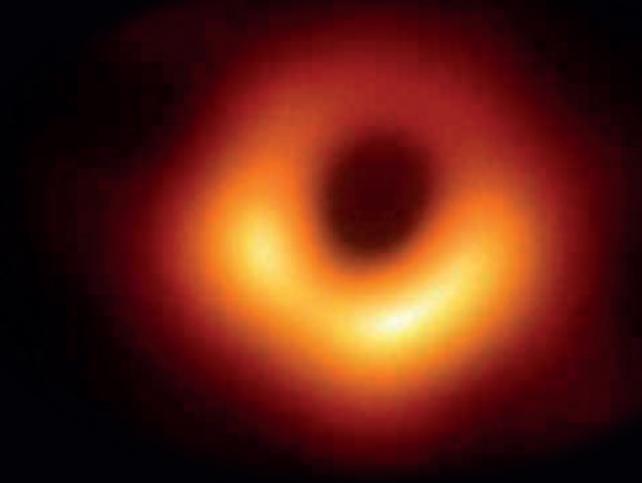
Links interessantes:

<https://eventhorizontelescope.org/>

<http://www.messier.seds.org/m/m087.html>

<https://www.bbc.co.uk/programmes/p00547f4>

A imagem do Event Horizon Telescope do núcleo de M87 usando ondas de rádio de 1.3 mm. A mancha escura central é a sombra do buraco. (referência: <https://aasnova.org/2019/04/10/first-images-of-a-black-hole-from-the-event-horizon-telescope/>)



Localizações dos telescópios participantes do Event Horizon Telescope (EHT).
(referência: https://en.wikipedia.org/wiki/Event_Horizon_Telescope)

Prof. Dr. Annibal Hetem Junior
Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

Observando a sombra de um buraco negro

De acordo com a teoria da Relatividade Geral, desenvolvida pelo físico Albert Einstein, pelo matemático David Hilbert e por muitos outros cientistas, a geometria do espaço-tempo (isto é, a estrutura matemática que descreve o espaço e o tempo em que vivemos) depende da distribuição de matéria ao seu redor. Diversas previsões da Relatividade Geral já foram comprovadas experimentalmente. Por exemplo, o fato de o tempo passar mais lentamente no topo de um prédio alto do que em seu andar térreo foi medido por Pound e Rebka em 1959 em uma torre da Universidade de Harvard. Já a deflexão da luz ao passar perto do Sol foi medida por expedições inglesas que foram à Sobral (Ceará) e à ilha de Príncipe (África) durante o eclipse solar que acabou de completar 100 anos em 29 de maio próximo passado. Apesar dessas observações desafiarem o senso comum, talvez a previsão mais surpreendente da Relatividade Geral seja outra: a existência de regiões extremamente

densas, denominadas buracos negros, que aprisionam todo e qualquer tipo de partícula e radiação que ali se encontram. Em outras palavras, a ação da gravidade é tão intensa em um buraco negro que nada, nem mesmo a luz, consegue escapar de seu interior. Como o interior do buraco negro é completamente invisível ao mundo externo, o melhor que se pode fazer é tentar observar a região imediatamente externa a ele. E foi justamente isso que recentemente uma rede global de radiotelescópios, chamada Telescópio do Horizonte de Eventos (Event Horizon Telescope, ou EHT), conseguiu fazer pela primeira vez. Os resultados anunciados pelo EHT, e publicados em seis artigos na revista científica *The Astrophysical Journal Letters* [1-6], são muito importantes porque representam a primeira evidência direta da existência do horizonte de eventos de um buraco negro, a fronteira que separa seu interior do mundo externo.

Já foram identificados no Universo diversos objetos supermassivos e extremamente compactos. Apesar de todas as evidências indicarem se tratar de buracos negros, outras interpretações acerca da natureza de tais objetos também são possíveis e, por isso, eles são denominados candidatos a buracos negros.

Um exemplo de candidato a buraco

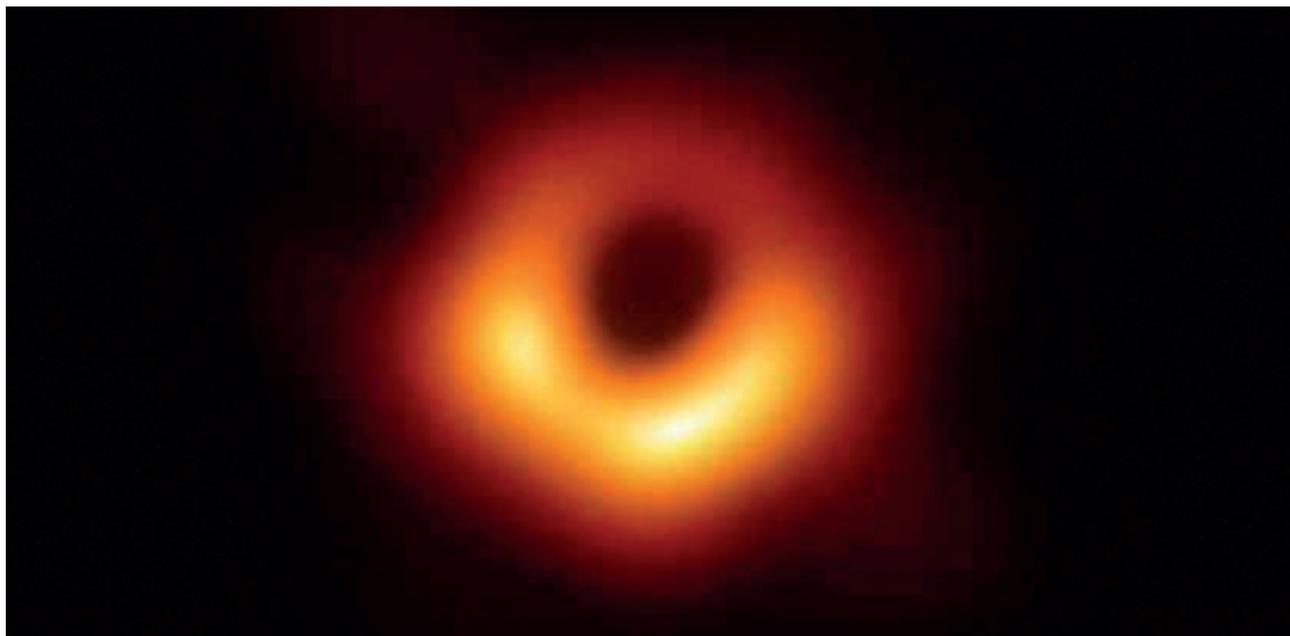


Figura 1: No dia 10 de abril de 2019, o Telescópio do Horizonte de Eventos anunciou a primeira observação direta de um buraco negro. O objeto observado possui uma massa equivalente a 6,5 bilhões de massas solares e está localizado na galáxia elíptica gigante M87, a uma distância de 55 milhões de anos-luz da Terra. Crédito: Event Horizon Telescope Collaboration.

negro é o objeto supermassivo e compacto localizado no centro da galáxia elíptica supergigante Messier 87 (abreviada M87), que foi descoberto em 1978 após o estudo de trajetórias de estrelas que indicaram a presença de um buraco negro central com aproximadamente 5 bilhões de massas solares (análises mais atuais da dinâmica estelar indicam 6,6 bilhões de massas solares). A intensa atração gravitacional do objeto central compacto em M87 atrai gás e poeira, de maneira que a matéria dos arredores se instala em um disco orbital geometricamente espesso (denominado disco de acrecimento ou, também, disco de acreção), no qual o plasma se movimenta em velocidades extremas e se torna incandescente. O objeto central em M87 ejeta matéria com velocidades próximas à velocidade da luz na forma de um jato muito estreito que alcança em torno de 5.000 anos-luz de distância. Em 1993, o telescópio espacial Hubble conseguiu

medir a velocidade de rotação do gás no disco de acrecimento e indicou a existência de um buraco negro central com 2,4 bilhões de massas solares (dados mais recentes apontam 3,5 bilhões de massas solares). Em abril de 2017, o Telescópio do Horizonte de Eventos observou durante 4 dias o objeto central de M87. Durante quase dois anos a imensa quantidade de dados obtidos foi analisada com o intuito de se obter uma imagem da vizinhança do horizonte de eventos do buraco negro. Os resultados da primeira observação direta da sombra de um buraco negro foram anunciados no dia 10 de abril de 2019 (Figura 1). Comparações da imagem obtida com simulações computacionais indicam que o objeto central possui uma massa equivalente a 6,5 bilhões de massas solares, levando à conclusão de que o cálculo da massa central a partir da dinâmica estelar é mais preciso do que a partir da dinâmica dos gases no disco de acrecimento.

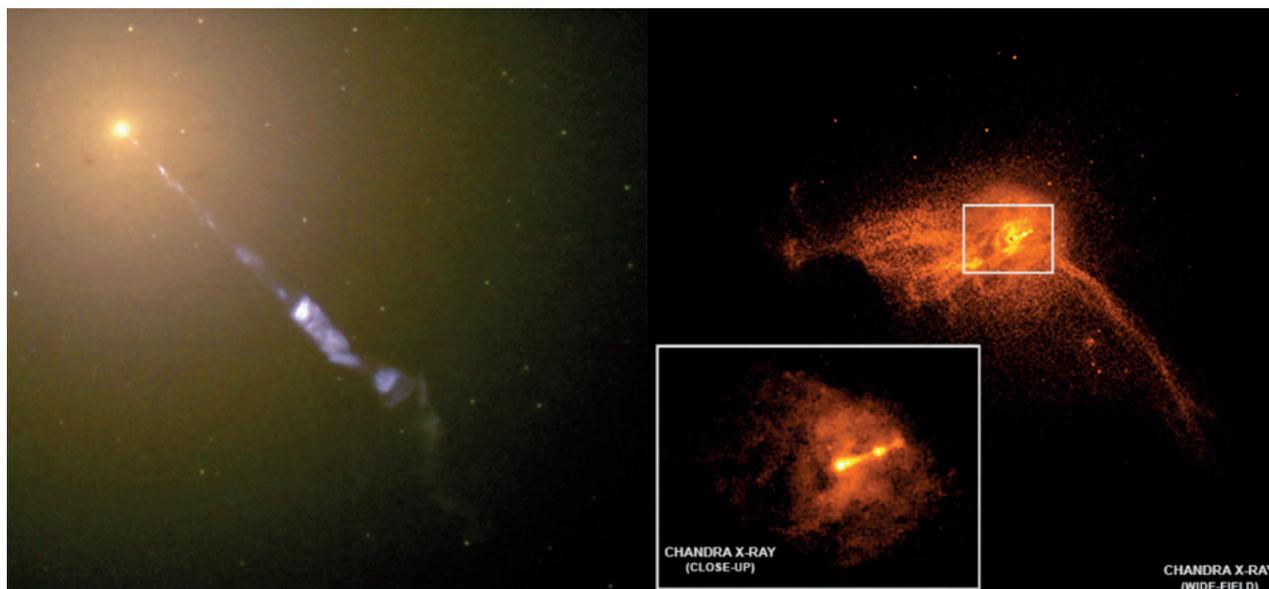


Figura 2: Imagem da galáxia M87 e seu jato, obtida pelo Telescópio Espacial Hubble (esquerda) e pelo Observatório de Raios-X Chandra (direita). Créditos: Esquerda: J. A. Biretta et al., Hubble Heritage Team. Direita: NASA/CXC/Villanova University/J. Neilsen.

Como podemos interpretar a imagem obtida pelo EHT, que revela um anel assimétrico brilhante em torno de uma região mais escura? A parte escura central é a sombra do buraco negro: raios de luz que partem dessa região nunca conseguem chegar aos telescópios na Terra. O anel brilhante, por sua vez, corresponde aos

raios de luz produzidos pelo material incandescente que compõe o disco de acrecimento do buraco negro. É impossível deixar de notar que a parte inferior do anel aparece mais brilhante do que o resto. Isso se deve ao fato de que a matéria que gira em torno do buraco negro se movimenta em nossa direção na parte inferior e se afasta

de nós na parte superior. Na parte do anel onde a matéria se move em nossa direção, um efeito denominado colimação relativística (*relativistic beaming*) aumenta a quantidade de luz em nossa direção, fazendo com que essa região apareça mais brilhante.

A imagem da sombra de um buraco negro depende de vários fatores, como, por exemplo, a velocidade de rotação do buraco negro. Outro fator importante é o ângulo que o plano do disco de acreção faz com a linha de visão do buraco negro à Terra. No caso de M87, assumindo a hipótese de que o eixo de rotação do buraco negro coincide com a direção do jato, esse ângulo é de 73 graus. A fim de compreender as implicações físicas das observações, a equipe do EHT comparou os dados observados com uma enorme biblioteca de imagens teóricas obtidas a partir de simulações computacionais do movimento de um plasma em torno de um buraco negro; mais tecnicamente, simulações de magneto-hidrodinâmica no contexto da Relatividade Geral (General Relativistic Magnetohydrodynamics, GRMHD). Na figura 3 (painel central), é apresentado um exemplo de simulação GRMHD de um buraco negro que corresponderia à imagem obtida por um telescópio de resolução infinita. Levando em

conta as limitações técnicas de um telescópio real, porém, a imagem obtida através de simulações GRMHD pode ter sua resolução reduzida para que se obtenha uma previsão mais realista do que é observado pelo EHT. As semelhanças entre essa previsão que leva em conta as condições de observação do EHT (painel direito da figura 3) e as imagens reais observadas (painel esquerdo da figura 3) são notáveis. No entanto, é preciso salientar que, embora a coincidência da simulação apresentada com a imagem observada seja memorável, é possível obter outras simulações GRMHD igualmente boas, mas que correspondem a cenários físicos radicalmente diferentes entre si. Isso mostra que, por enquanto, há várias maneiras diferentes de explicar o que está acontecendo em torno do buraco negro em M87. Todas elas, porém, concordam nos seguintes aspectos:

1. As imagens do objeto detectado são compatíveis com as imagens previstas para um buraco negro que se comporta de acordo com o previsto pela Relatividade Geral (tecnicamente, um buraco negro de Kerr).
2. Fica descartada a possibilidade de que esse buraco negro seja não-rotante, já que isso entraria em conflito com a potência observada do jato.

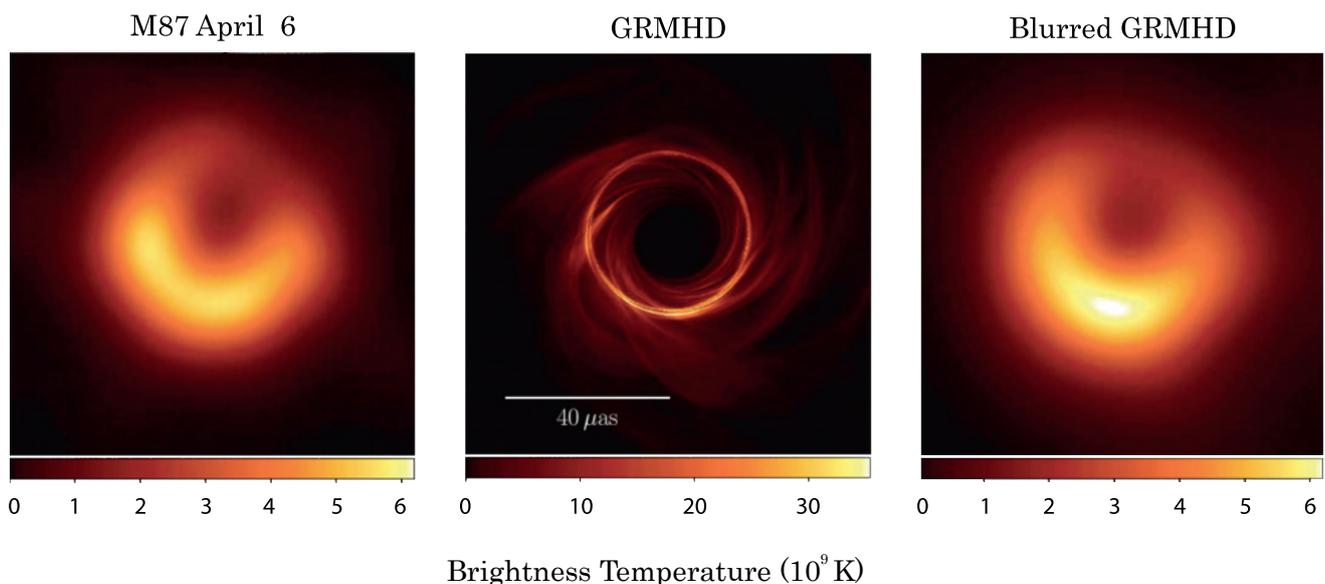


Figura 3: (Painel esquerdo) Imagem obtida pelo EHT. (Painel central) Imagem obtida através de simulações GRMHD de buracos negros. (Painel direito) Processamento computacional do painel central que mostra como a imagem seria vista por um telescópio com as mesmas características do EHT. Crédito: <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0f43> [Colaboração EHT 2019]

3) A análise do EHT mostra que o jato é alimentado pela extração de energia de rotação do buraco negro através de um mecanismo similar ao proposto em 1977 pelos astrofísicos R. D. Blandford e R. L. Znajek.

Qual a diferença entre o EHT e outros telescópios? Para compreender a grandiosidade do feito realizado pelo EHT, imagine tentar enxergar um limão (com aproximadamente 5 cm de diâmetro) na superfície da Lua (a uma distância aproximada de 400.000 km da Terra). A razão entre o diâmetro do objeto e a distância entre o observador é denominada diâmetro angular e corresponde ao ângulo máximo formado pelos raios de luz que partem do objeto e chegam ao observador. No caso do limão e da Lua, o diâmetro angular é aproximadamente 30 micro segundos de arco (que equivale, mais ou menos, a um bilionésimo de um ângulo de 10 graus). Já o buraco negro central em M87, que tem

dimensão aproximada de 0,01 anos-luz e está localizado a aproximadamente 50 milhões de anos-luz da Terra, possui um diâmetro angular de aproximadamente 40 micro segundos de arco. Nesse sentido, portanto, enxergar a sombra do buraco negro em M87 é equivalente a enxergar um limão na superfície da Lua.

A capacidade de um observador distinguir detalhes em um objeto com um dado diâmetro angular é denominada resolução angular. A resolução angular é basicamente dada pela razão entre o comprimento de onda da luz captada pelo observador e o diâmetro de abertura da sua lente. A resolução angular do olho humano, por exemplo, é algo em torno de 60 segundos de arco (ou seja, 0,02 graus). A olho nu, portanto, conseguimos enxergar objetos que tem pelo menos 0,02 graus de diâmetro angular. Para visualizar diâmetros angulares menores do que isso precisamos utilizar, por

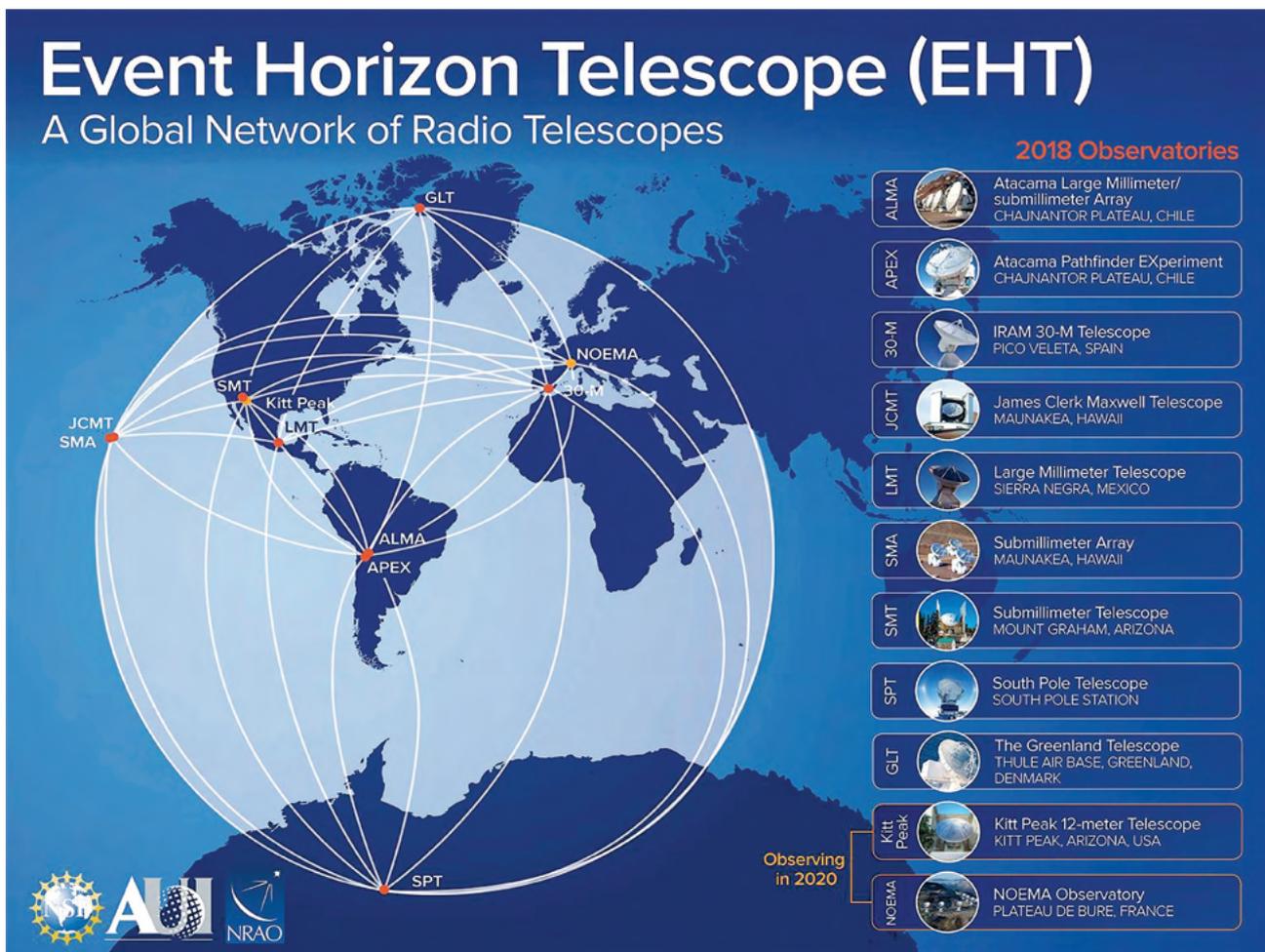


Figura 4: Localização dos radiotelescópios do EHT que observaram o buraco negro central em M87.

Créditos: NRAO/AUI/NSF; J. Hellerman

exemplo, um telescópio que nos permita diminuir o comprimento de onda da luz observada e/ou aumentar o tamanho da lente. Ao utilizar não apenas um telescópio, mas um conjunto deles, podemos aumentar significativamente nossa resolução angular. É como se tivéssemos, efetivamente, um grande telescópio de tamanho equivalente à distância entre os telescópios originais, chamada de comprimento de base. É justamente essa a ideia por trás do EHT, que utiliza radiotelescópios espalhados por várias partes do mundo (Polo Sul, Chile, Estados Unidos, Espanha, Havaí). A técnica utilizada é denominada interferometria de base muito longa (Very-Long-Baseline Interferometry, ou VLBI). No caso do EHT, são utilizadas ondas de rádio com comprimento de onda de 1,3 milímetros. O comprimento de base máximo é quase 11.000 km, o que corresponde a uma resolução angular de aproximadamente 25 micro segundos de arco, permitindo, assim, a observação da sombra do horizonte de eventos do buraco negro central em M87.

Quais os próximos passos? O projeto EHT tem ainda um enorme trabalho pela frente. Em breve devem ser divulgados os resultados da análise dos dados do buraco negro supermassivo localizado no coração de nossa galáxia, a Via Láctea. Esse objeto, conhecido como Sagitário A*, possui 4,3 milhões de massas solares e fica a cerca de 26.000 anos-luz da Terra. Apesar de estar mais próximo da Terra e ser muito menor do que o buraco negro central na galáxia M87, Sagitário A* possui uma resolução angular muito semelhante ao buraco negro em M87. No entanto, o fluxo de luz que emerge de Sagitário A* é mais variável em escalas de tempo curtas do que o fluxo de M87 e, portanto, é mais difícil obter uma imagem do seu horizonte de eventos a partir dos dados coletados. Em 2018, o projeto EHT observou novamente os buracos negros em M87 e Sagitário durante uma semana, com resolução ainda maior, mas a análise desses dados ainda não foi finalizada. Além disso, o projeto EHT vem incorporando novos radiotelescópios a sua rede global e espera incorporar mais outros no futuro. A partir

de 2020 devem ser possíveis observações de ondas de rádio com comprimento de 0,87 milímetros, melhorando ainda mais a resolução e a qualidade das imagens. No longo prazo, existem projetos para colocar antenas no espaço (space VLBI), o que levaria a um aumento dramático na capacidade de visualização da sombra de um buraco negro. Não é exagero afirmar que a observação do buraco negro em M87 pelo EHT inicia uma profunda transformação na investigação de um dos maiores mistérios do nosso universo, devendo levar a avanços extraordinários no futuro próximo.

Referências

- [1] First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole; The Event Horizon Telescope Collaboration et al. 2019 ApJL 875 L1; <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0ec7>
- [2] First M87 Event Horizon Telescope Results. II. Array and Instrumentation; The Event Horizon Telescope Collaboration et al. 2019 The Astrophysical Journal Letters 875 L2; <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0c96>
- [3] First M87 Event Horizon Telescope Results. III. Data Processing and Calibration; The Event Horizon Telescope Collaboration et al. 2019 The Astrophysical Journal Letters 875 L3; <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0c57>
- [4] First M87 Event Horizon Telescope Results. IV. Imaging the Central Supermassive Black Hole; The Event Horizon Telescope Collaboration et al. 2019 The Astrophysical Journal Letters 875 L4; <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0e85>
- [5] First M87 Event Horizon Telescope Results. V. Physical Origin of the Asymmetric Ring; The Event Horizon Telescope Collaboration et al. 2019 The Astrophysical Journal Letters 875 L5; <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0f43>
- [6] First M87 Event Horizon Telescope Results. VI. The Shadow and Mass of the Central Black Hole; The Event Horizon Telescope Collaboration et al. 2019 The Astrophysical Journal Letters 875 L6; <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab1141>

Prof. Dr. Germán Lugones
Centro de Ciências Naturais e Humanas
Prof. Dr. Maurício Richartz
Centro de Matemática, Computação e Cognição
Prof. Dr. Vilson Zanchin
Centro de Ciências Naturais e Humanas

Impressão 3D de hidrogéis para engenharia tecidual



Em junho de 2017, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços brasileiro fundou o Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0, com o objetivo de elaborar uma proposta de agenda nacional para o tema. Essa iniciativa demonstrou a vontade de estabelecer o desenvolvimento da Indústria 4.0, ou manufatura avançada, como estratégia nacional para promover o aumento da competitividade das empresas brasileiras.

Uma das tecnologias fundamentais da Indústria 4.0 é a manufatura aditiva. A impressão 3D é uma técnica de manufatura aditiva bem conhecida, que permite produzir estruturas estáticas a partir de dados digitais em coordenadas 3D. Peças de arquitetura complexa podem ser fabricadas com essa tecnologia, suprimindo limitações que outras técnicas tradicionais de processamento apresentam.

A impressão 4D é uma técnica emergente derivada da impressão 3D, que permite criar dispositivos dinâmicos customizados como sensores, robôs, estruturas de automontagem e arcabouços poliméricos para engenharia tecidual. A quarta dimensão trazida pela impressão 4D vem da mudança de configuração da peça impressa ao longo do tempo. Para obter essa resposta dinâmica são usados materiais 'inteligentes', que mudam de volume de acordo com a aplicação de um estímulo exterior tal como o pH, a temperatura, a força iônica, a luz, o campo elétrico etc. A classe dos hidrogéis 'inteligentes' é composta pelos materiais que mudam de volume em virtude da diferente quantidade de água absorvida em função do estímulo exterior.

Os hidrogéis são constituídos por redes de material polimérico hidrofílico, capazes de reter uma grande quantidade de água, e que são macios e flexíveis. Por apresentar essas similaridades com a matriz extracelular dos tecidos humanos, os hidrogéis são amplamente utilizados na construção de

estruturas tridimensionais chamadas de arcabouços para posterior cultivo de células. Esses arcabouços carregados com células podem ser subsequentemente transplantados para o paciente, a fim de se integrarem a um órgão ou substituírem um tecido doente ou danificado. Algumas células, tais como as células osteoprogenitoras, têm a sua atividade acelerada por estímulo mecânico. O uso de hidrogéis inteligentes na forma de arcabouço permite direcionar esse estímulo mecânico para as células através do controle de absorção e desorção de água no material.

Desde 2017, o grupo supervisionado pela professora Mathilde Champeau, do Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFABC, tem trabalhado numa abordagem integrada no desenvolvimento de hidrogéis para impressão 3D/4D e aprimoramento da impressora, para a criação de arcabouços com potencial aplicação na engenharia de tecidos.

Durante a sua Iniciação Científica, iniciada em novembro de 2017, Thiago Nunes Viana construiu uma impressora que funciona por extrusão, a qual é aprimorada e adaptada de acordo com as necessidades em diferentes projetos. Nessa técnica, o hidrogel é estocado numa seringa, e utiliza-se ar comprimido para controlar a saída do material pela agulha. O material é assim depositado na plataforma de impressão para criar a peça. Essa impressora contém duas seringas, podendo imprimir dois materiais ao mesmo tempo.

Embora os hidrogéis venham ganhando cada vez mais destaque na engenharia de tecidos, ainda apresentam o inconveniente de serem frágeis. Busca-se desenvolver hidrogéis mais resistentes e capazes de conservar suas propriedades após vários ciclos sucessivos de aumento/diminuição de volume para uso na impressão 4D.

A gama de materiais biocompatíveis é limitada, o que leva ao desenvolvimento

de combinações originais desses materiais como blendas e nanocompósitos. Uma caracterização aprofundada das propriedades reológicas dos hidrogéis é essencial para otimizar as composições: o hidrogel deve estar na forma de gel na seringa, mas deve fluir quando a pressão é aplicada. Uma vez impresso, o filamento deve manter as suas dimensões e não escoar. Essa caracterização é realizada em colaboração com o grupo de pesquisa do professor Danilo Justino Carastan (CECS-UFABC), especialista em reologia de polímeros. Para cada composição, os parâmetros de impressão são otimizados e a sua resposta ao estímulo externo é quantificada. Estudos são realizados por Espalhamento de Raios-X a Baixo Ângulo no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, a fim de avaliar o impacto dos parâmetros de impressão sobre a estruturação dos materiais. Os materiais mais promissores servem para criar objetos 3D/4D. Com o intuito de se obter uma resposta 4D, a estrutura do arcabouço deve ser pré-programada detalhadamente para determinar como os vários filetes de hidrogéis serão depositados e orientados. Essa última etapa do projeto é realizada em colaboração com a Professora Sílvia Lenyra Meirelles Campos Titotto (CECS-UFABC), especialista em *design* bioinspirado de produtos.

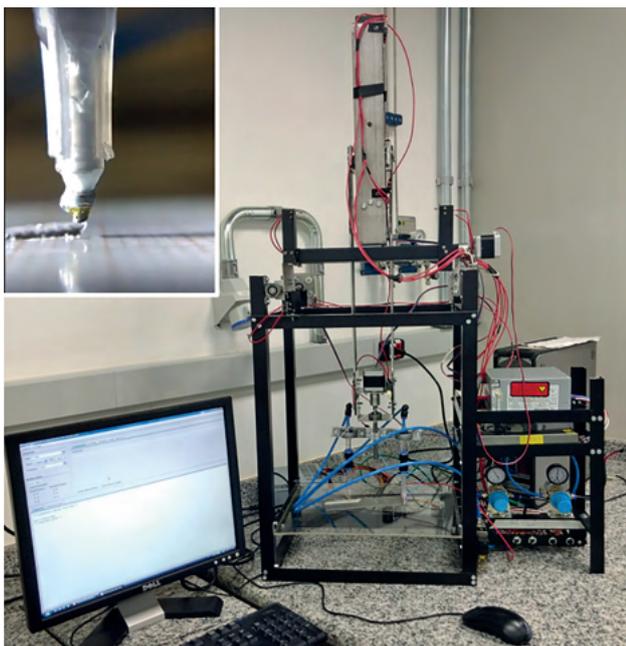


Figura 1: Foto da impressora para hidrogéis desenvolvida por Thiago Nunes Viana.

Mais informações: visitem o nosso site: <https://sites.google.com/view/mathildechampeaugroup>

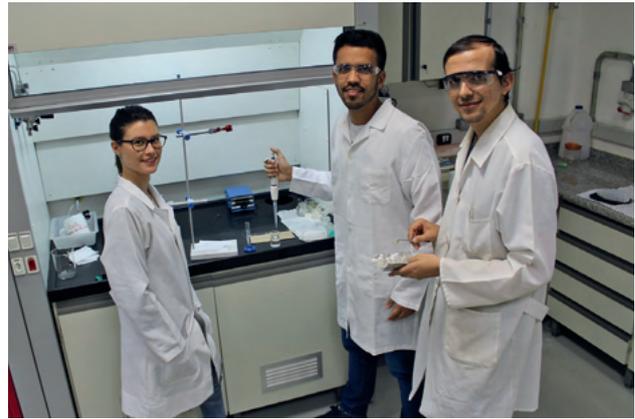


Figura 2: Equipe de pesquisa composta por: Edcarlos Rodrigues de Souza e Thiago Nunes Viana, coordenada pela Professora Mathilde Champeau (Programa de pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais).



Figura 3 e 4: Fotos dos experimentos realizados por Espalhamento de Raios-X a Baixo Ângulo no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, para estudar a nanoestrutura dos hidrogéis.

*Profa. Dra. Mathilde Julienne Gisele Champeau Ferreira
Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas*

Complexo Laboratorial Nanotecnológico da UFABC

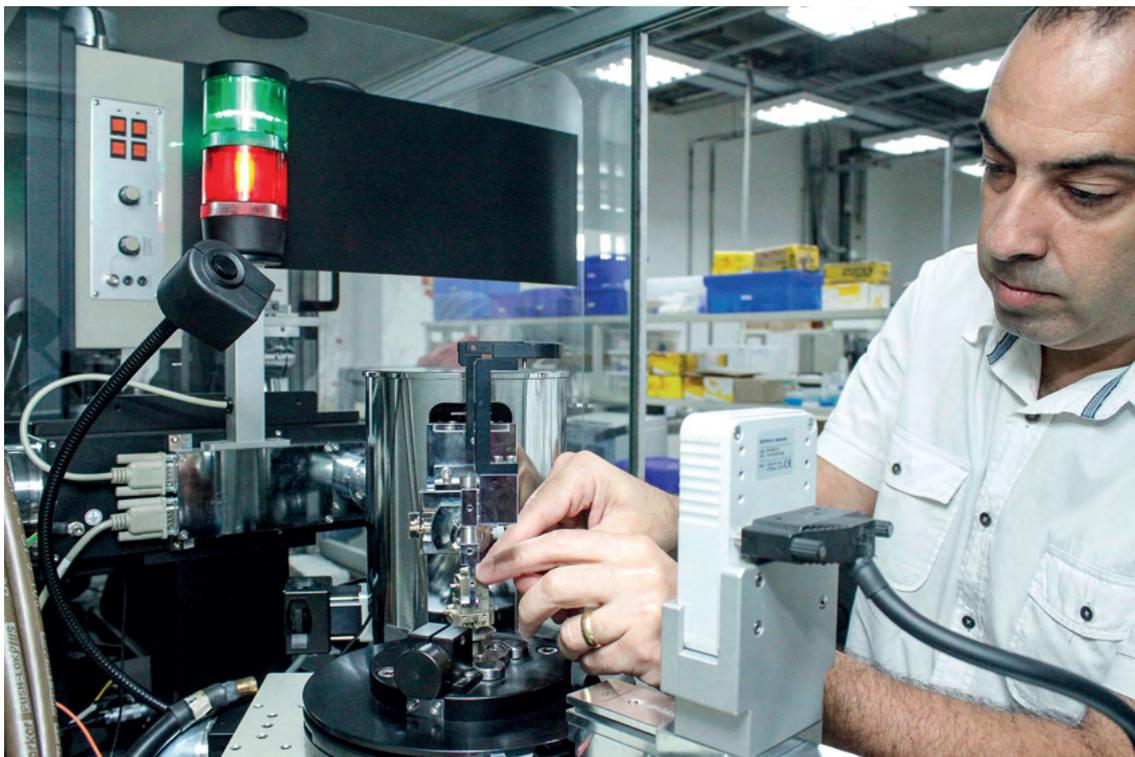


Imagem publicada no El País em 06/05/2019. Link para a matéria: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/05/01/politica/1556673723_670461.html

Você já ouviu falar sobre o Complexo Laboratorial Nanotecnológico da UFABC (CLN/UFABC)? O CLN foi criado em 2013, com a aprovação de proposta submetida no âmbito do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO). O primeiro ciclo do SisNANO foi finalizado recentemente, ressaltando a contribuição do projeto na estruturação de laboratórios por todo o país. Na UFABC, o apoio promovido aos pesquisadores vinculados ao projeto e à construção da infraestrutura de pesquisa encontra-se disponível nas Centrais Experimentais Multiusuário da Universidade. De acordo com o III Workshop do SisNANO, para a segunda fase do projeto prevê-se a consolidação dos laboratórios participantes, bem como a reestruturação do plano de ação em novas áreas de atuação consideradas estratégicas.

O CLN/UFABC encontra-se estruturado para desenvolver pesquisa e produção

de conhecimento com vistas à inovação tecnológica, além de sua disponibilização ao setor produtivo. Como características essenciais destacam-se seu caráter multiusuário e de acesso compartilhado por pesquisadores das comunidades interna e externa, bem como seu funcionamento mediante requisição de serviços. Tal organização permite aos usuários, com atuação nos âmbitos acadêmico e setor produtivo, a utilização de infraestrutura moderna, com equipamentos e serviços técnicos especializados para favorecer oportunidades de cooperações, futura comercialização dos produtos desenvolvidos e habilitação de recursos humanos para elaborar e gerenciar projetos na área de Nanotecnologia, tanto em escala laboratorial quanto industrial.

A atuação do CLN/UFABC tem sido essencial em quatro linhas estratégicas desenvolvidas na UFABC:



Espectrômetro de "Ressonância Magnética Nuclear, Varian 500 MHz
 Link para a imagem: http://propes.ufabc.edu.br/cem/crbst_166.html



Microscópio eletrônico de varredura FESEM JMS-6701F, JEOLW
 Link para a imagem: http://propes.ufabc.edu.br/cem/crbst_28.html

- i)** interação com o setor produtivo e cooperações nacionais e internacionais, por meio da disponibilização de serviços qualificados na área de Nanomateriais;
- ii)** registro de processos e produtos tecnológicos, bem como a transferência de tecnologias ao setor produtivo, apoiados pela estrutura da Agência de Inovação da UFABC (InovaUFABC), fortemente atuante nesses processos;
- iii)** formação de recursos humanos altamente qualificados na área de Nanotecnologia e Materiais Avançados para futura disponibilização ao setor produtivo e centros de pesquisa;
- iv)** produção e divulgação do conhecimento fomentado pela infraestrutura disponibilizada pelo CLN/UFABC. Como resultados da atuação do CLN/UFABC, destaca-se o trabalho conjunto com as Divisões de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia da InovaUFABC, contemplando o depósito de 55 processos de patente (até o final de 2018), bem como a responsabilidade por 126 acordos de PD&I e convênios vigentes, diretamente relacionados à implantação do CLN/UFABC. Em termos acadêmicos, ressalta-se que a infraestrutura compartilhada do CLN/UFABC compreende um grupo de 31 docentes usuários com seus respectivos grupos de pesquisa, englobando

83 doutorandos, 73 mestrandos, 14 pós-doutores e 13 alunos de iniciação científica. Vale ressaltar que as instalações do CLN/UFABC atendem, ainda, cerca de 20 usuários externos, provenientes de empresas e de outras instituições de ensino superior nacionais e internacionais (Anton Paar, Beuth University, Embrapa, Fermilab, Leipzig University, Magneti Marelli, Petrobras, PUC-Peru, Universidade Antioquia, Suzano Papel & Celulose, UFRGS, USP). Dessa forma, demonstra-se a contribuição do CLN/UFABC para a formação de recursos humanos nos diferentes níveis acadêmicos, bem como sua importante atuação na interação da Universidade com o setor produtivo.

*Prof. Dr. Fábio Furlan Ferreira
 Profa. Dra. Daniele Ribeiro de Araújo
 Centro de Ciências Naturais e Humanas*