

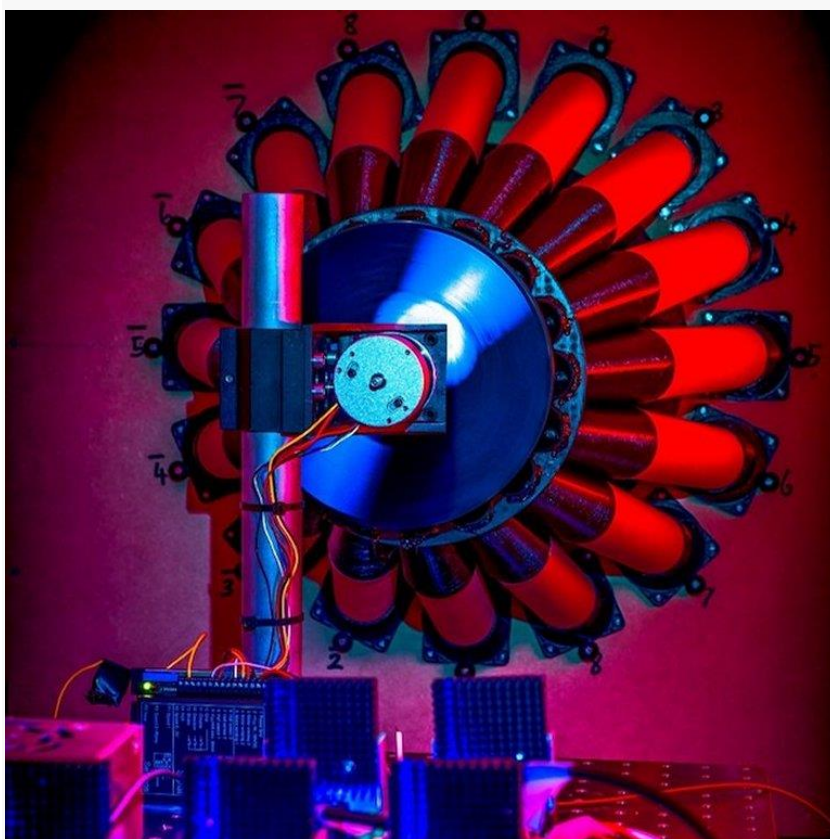


## Inovações Tecnológicas – JULHO 2020

São apresentadas as informações de que os buracos negros podem funcionar como usina descomunal de energia, a Via Láctea pode ter seis bilhões de planetas similares à terra, astrônomos estimam haver 36 civilizações inteligentes na Via Láctea e microscópio ótico permite ver diretamente o mundo da nanotecnologia. Reflitam e desfrutem.

### 1 - Buraco negro pode funcionar como usina descomunal de energia

Com informações da Universidade de Glasgow - 26/06/2020



Fotos do experimento no qual ondas de som foram usadas para mostrar que um buraco negro pode ser uma fonte virtualmente inesgotável de energia.

[Imagem: Universidade de Glasgow]

#### 1.1 - Usina extrema

Uma teoria pensada há mais 50 anos, que começou como uma especulação sobre como uma civilização alienígena poderia usar um buraco negro para gerar energia, foi verificada experimentalmente pela primeira vez.

Em 1969, o físico Roger Penrose sugeriu que a energia poderia ser gerada baixando um objeto na ergosfera do buraco negro - a camada externa do horizonte de eventos do buraco negro, onde um objeto teria que se mover mais rápido que a velocidade da luz para permanecer imóvel, algo como uma versão extrema de um satélite geoestacionário.

Penrose previu que o objeto poderia capturar uma [energia negativa](#) nessa área incomum do espaço. Ao soltar o objeto e dividi-lo em dois, de modo que uma metade caia no buraco negro, enquanto a outra é recuperada, a ação de recolhimento mediria uma perda de energia negativa - em termos efetivos, a metade recuperada ganharia energia extraída da rotação do buraco negro.

A escala da engenharia que o processo exigiria é tão grande que Penrose sugeriu que apenas uma civilização muito avançada, talvez alienígena, seria capaz de vencer o desafio - de fato, um desafio muito maior do que a chamada "[esfera de Dyson](#)", que prevê capturar energia "apenas" de uma rele estrela.

Dois anos depois, outro físico, chamado Yakov Zeldovich - o mesmo que sugeriu a existência dos [anapolos magnéticos](#) -, sugeriu que a teoria de Penrose poderia ser testada com um experimento mais prático e ao alcance dos terráqueos. Ele propôs que ondas de [luz torcida](#), atingindo a superfície de um cilindro de metal girando na velocidade adequada, acabariam sendo refletidas com energia extra extraída da rotação do cilindro, graças a uma peculiaridade do [efeito doppler rotacional](#).

Mas a ideia de Zeldovich permaneceu também no campo da teoria porque, para que o experimento funcionasse, o cilindro de metal que ele propôs precisaria girar pelo menos um bilhão de vezes por segundo - outro desafio insuperável para os atuais limites da engenharia humana.

## 1.2 - Ondas acústicas torcidas

Agora, pesquisadores da Universidade de Glasgow finalmente encontraram uma maneira de demonstrar experimentalmente o efeito que Penrose e Zeldovich propuseram.

Em vez de usar a luz, eles usaram o som, uma fonte de frequência muito mais baixa e, portanto, muito mais prática para se trabalhar em laboratório.

Marion Cromb e seus colegas construíram um sistema que usa um pequeno anel de alto-falantes para criar uma torção nas ondas sonoras, análoga à torção nas ondas de luz propostas por Zeldovich.

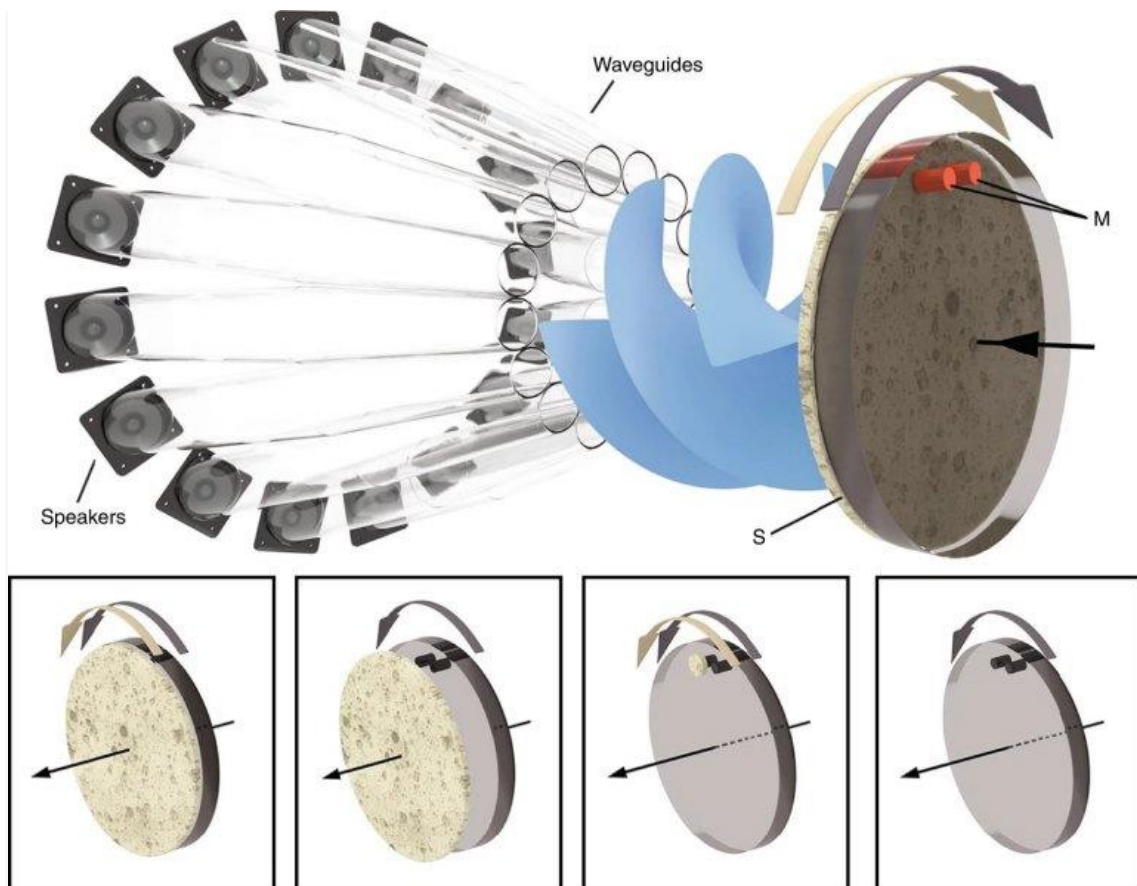
As ondas sonoras torcidas foram direcionadas para um absorvedor de som rotativo feito de um disco de espuma. Um conjunto de microfones atrás do disco captava o som dos alto-falantes conforme eles passavam pelo disco, o que aumentava constantemente a velocidade de sua rotação.

Para saber se as teorias de Penrose e Zeldovich estavam corretas, a equipe esperava ouvir uma mudança distinta na frequência e na amplitude das ondas sonoras enquanto elas viajavam através do disco, um resultado do efeito doppler.

"A versão linear do efeito doppler é familiar para a maioria das pessoas, uma vez que o fenômeno ocorre quando o tom de uma sirene de ambulância parece subir à medida que se

aproxima do ouvinte, mas cai à medida que se afasta. Ele parece aumentar porque as ondas sonoras estão chegando ao ouvinte com mais frequência à medida que a ambulância se aproxima, e com menos frequência à medida que passa.

"O efeito doppler rotacional é semelhante, mas o efeito é limitado a um espaço circular. As ondas sonoras torcidas mudam de tom quando medidas do ponto de vista da superfície rotativa. Se a superfície gira rápido o suficiente, então a frequência do som pode fazer algo muito estranho - ela pode passar de uma frequência positiva para uma frequência negativa e, ao fazê-lo, rouba energia da rotação da superfície," explicou Marion Cromb.



Dezesseis alto-falantes são dispostos em um anel (diâmetro de 47 cm) para criar um campo acústico com ondas torcidas, canalizado por guias de onda acústicos para uma área menor (diâmetro de 19 cm) e incidindo em um disco rotativo de espuma absorvente de som (S).

[Imagem: Cromb et al. - 10.1038/s41567-020-0944-3]

### 1.3 - Usina do buraco negro

À medida que a velocidade do disco giratório aumentava durante o experimento, o tom do som dos alto-falantes diminuiu até que se tornasse muito baixo para ser ouvido. Então, o tom voltou a subir novamente até atingir o tom anterior - mas mais alto, com uma amplitude até 30% maior do que o som original dos alto-falantes.

O aparato de fato gerou energia.

"O que nós ouvimos durante o nosso experimento foi extraordinário. O que está acontecendo é que a frequência das ondas sonoras está sendo levada até o zero pelo efeito doppler à medida que a velocidade de rotação aumenta. Quando o som retorna novamente, é porque as ondas foram deslocadas de uma frequência positiva para uma frequência negativa. Essas ondas de frequência negativa são capazes de absorver parte da energia do disco de espuma giratório, tornando-se mais altas no processo - exatamente como Zeldovich propôs em 1971," explicou Marion.

A conclusão geral é que os dois físicos - Penrose e Zeldovich - estavam certos: uma civilização suficientemente avançada poderá desfrutar da energia extraída de um buraco negro.

**Bibliografia:**

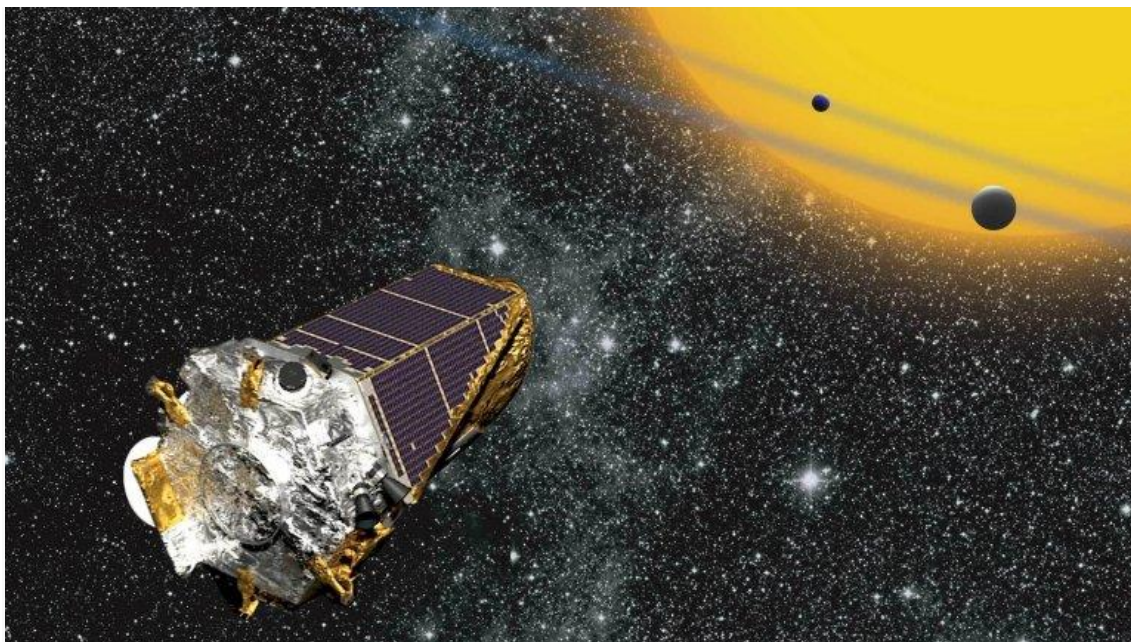
Artigo: *Amplification of waves from a rotating body*

Autores: Marion Cromb, Graham M. Gibson, Ermes Toninelli, Miles J. Padgett, Ewan M. Wright, Daniele Faccio

Revista: Nature Physics

DOI: 10.1038/s41567-020-0944-3

## 2 - Via Láctea pode ter seis bilhões de planetas similares à Terra



Concepção artística do telescópio Kepler observando exoplanetas pelo mecanismo de trânsito.

[Imagem: NASA Ames/W.Stenzel]

### 2.1 - Outras terras

Dois astrônomos da Universidade da Colúmbia Britânica, no Canadá, fizeram novas estimativas sobre a ocorrência de planetas semelhantes à Terra em nossa galáxia e, talvez não por acaso, chegaram a números dignos de serem chamados de astronômicos.

Segundo Michelle Kunimoto e Jaymie Matthews, podem existir cerca de 6 bilhões de "outras Terras" na Via Láctea.

Para ser considerado semelhante à Terra, um exoplaneta deve ser rochoso, ter o tamanho aproximado da Terra e orbitar estrelas do tipo Sol (tipo G). Ele também tem que residir nas zonas habitáveis de sua estrela, o intervalo de distâncias de uma estrela onde um planeta rochoso pode ter água líquida em sua superfície.

Estimativas anteriores da frequência de planetas semelhantes à Terra variaram de cerca de 0,02 planeta potencialmente habitável por estrela semelhante ao Sol, até mais de um por estrela semelhante ao Sol, o que levou os astrônomos a dizerem que a [Via Láctea teria 100 milhões de planetas habitáveis](#).

Os novos cálculos elevaram essa proporção para 0,18 planetas-terras por estrela do tipo G.

"Nossa Via Láctea tem até 400 bilhões de estrelas, sendo sete por cento delas do tipo G. Isso significa que pelo menos seis bilhões de estrelas podem ter planetas semelhantes à Terra em nossa galáxia," disse Matthews.

## 2.2 - Como encontrar outras terras

Embora as técnicas atuais de encontrar exoplanetas venham evoluindo constantemente, ainda é muito difícil detectar esses planetas rochosos similares à Terra porque eles são muito pequenos e orbitam sua estrela a uma distância relativamente grande, o que faz com que sua influência sobre a luz da sua estrela que nossos telescópios captam é muito pequena.

Por isso a dupla trabalhou com estimativas envolvendo cerca de 200.0000 estrelas observadas pelo telescópio espacial Kepler.

"Estimar a forma como diferentes tipos de planetas são comuns em torno de estrelas diferentes pode fornecer restrições importantes às teorias de formação e evolução de planetas e ajudar a otimizar missões futuras dedicadas a encontrar exoplanetas," acrescentou Kunimoto.

O trabalho também abordou uma das questões mais importante da ciência dos exoplanetas: o "hiato do raio" dos planetas. Esse hiato do raio demonstra que é incomum que planetas com períodos orbitais inferiores a 100 dias tenham um tamanho entre 1,5 e duas vezes o da Terra.

Kunimoto descobriu que o hiato de raio existe em uma faixa de períodos orbitais muito mais estreita do que se pensava anteriormente, o que impõe restrições aos modelos de evolução dos planetas que tentavam explicar as características dos planetas em função de suas distâncias orbitais.

Bibliografia:

Artigo: *Searching the Entirety of Kepler Data. II. Occurrence Rate Estimates for FGK Stars*

Autores: Michelle Kunimoto, Jaymie M. Matthews

Revista: *The Astronomical Journal*

Vol.: 159, Number 6

DOI: 10.3847/1538-3881/ab88b0

## 3 - Astrônomos estimam haver 36 civilizações inteligentes na Via Láctea

Com informações da Universidade de Nottingham - 16/06/2020



Recentemente, cientistas fizeram uma espécie de manifesto, defendendo que a [busca por vida extraterrestre precisa ser levada a sério](#).

[Imagem: Bill Saxton/NRAO/AUI/NSF]

### 3.1 - Limite Copernicano Astrobiológico

A técnica mais conhecida para calcular a probabilidade da existência de civilizações extraterrestres é a chamada [Equação de Drake](#), que vem sendo refinada desde que o astrônomo Frank Drake a idealizou, em 1961.

Dois astrofísicos da Universidade de Nottingham, no Reino Unido, acabam de idealizar uma nova abordagem para o problema.

Usando a suposição de que vida inteligente se forma em outros planetas de maneira semelhante ao que aconteceu na Terra, os pesquisadores obtiveram uma estimativa do número de civilizações inteligentes na Via Láctea com capacidade de se comunicar conosco.

Eles calculam que pode haver pelo menos 36 civilizações inteligentes em comunicação ativa em nossa galáxia.

"Deve haver pelo menos algumas dúzias de civilizações ativas em nossa galáxia, sob a suposição de que leva 5 bilhões de anos para que a vida inteligente se forme em outros planetas, assim como se formou na Terra. A ideia é olhar para a evolução, mas em uma escala cósmica. Nós chamamos esse cálculo de 'Limite Copernicano Astrobiológico'," explicou o professor Christopher Conselice.

"O método clássico para estimar o número de civilizações inteligentes se baseia em fazer conjecturas sobre valores relacionados à vida, sendo que as opiniões sobre essas questões variam substancialmente. Nosso novo estudo simplifica essas suposições usando novos dados, dando-nos uma estimativa sólida do número de civilizações na nossa galáxia.

"Os dois limites astrobiológicos copernicanos são que a vida inteligente se forma em menos de 5 bilhões de anos, ou após cerca de 5 bilhões de anos - de modo semelhante à Terra, onde uma civilização comunicante se formou após 4,5 bilhões de anos. Nos critérios fortes, segundo os quais é necessário um conteúdo metálico igual ao do Sol (o Sol é relativamente rico em metais),

nós calculamos que deve haver cerca de 36 civilizações ativas em nossa galáxia," acrescentou o pesquisador Tom Westby.



Os cálculos indicam que a [Via Láctea tem 100 milhões de planetas habitáveis](#). Isto sem contar que a [Via Láctea pode ser 50% maior do que se calcula](#).

[Imagem: PHL@UPR Arcibo/NASA/Richard Wheeler]

### 3.2 - Nosso futuro e nosso destino

Os dados obtidos pelos dois pesquisadores mostram que o número de civilizações inteligentes depende fortemente de quanto tempo elas estejam ativamente enviando sinais de sua existência rumo ao espaço, como transmissões de rádio, satélites, televisão etc.

Se outras civilizações tecnológicas durarem tanto quanto a nossa, atualmente com 100 anos, deve haver cerca de 36 civilizações técnicas inteligentes atualmente em toda a nossa galáxia.

Contudo, a distância média a essas civilizações seria de 17.000 anos-luz, o que dificulta muito a detecção e a comunicação com elas usando nossa tecnologia atual. Também é possível que sejamos a única civilização dentro de nossa galáxia, a menos que os tempos de sobrevivência de civilizações como a nossa sejam longos.

"Nossa nova pesquisa sugere que a busca por civilizações inteligentes extraterrestres não apenas revela a existência de como a vida se forma, mas também nos dá pistas de quanto tempo nossa própria civilização vai durar. Se acharmos que a vida inteligente é comum, então isso revelaria que nossa civilização pode existir por muito mais do que algumas centenas de anos, ou, se acharmos que não há civilizações ativas em nossa galáxia, isso é um mau sinal para nossa própria existência a longo prazo. Ao pesquisar vidas extraterrestres inteligentes - mesmo que não encontremos nada - estamos descobrindo nosso próprio futuro e destino," disse o professor Conselice.

**Bibliografia:**

Artigo: *The Astrobiological Copernican Weak and Strong Limits for Intelligent Life*

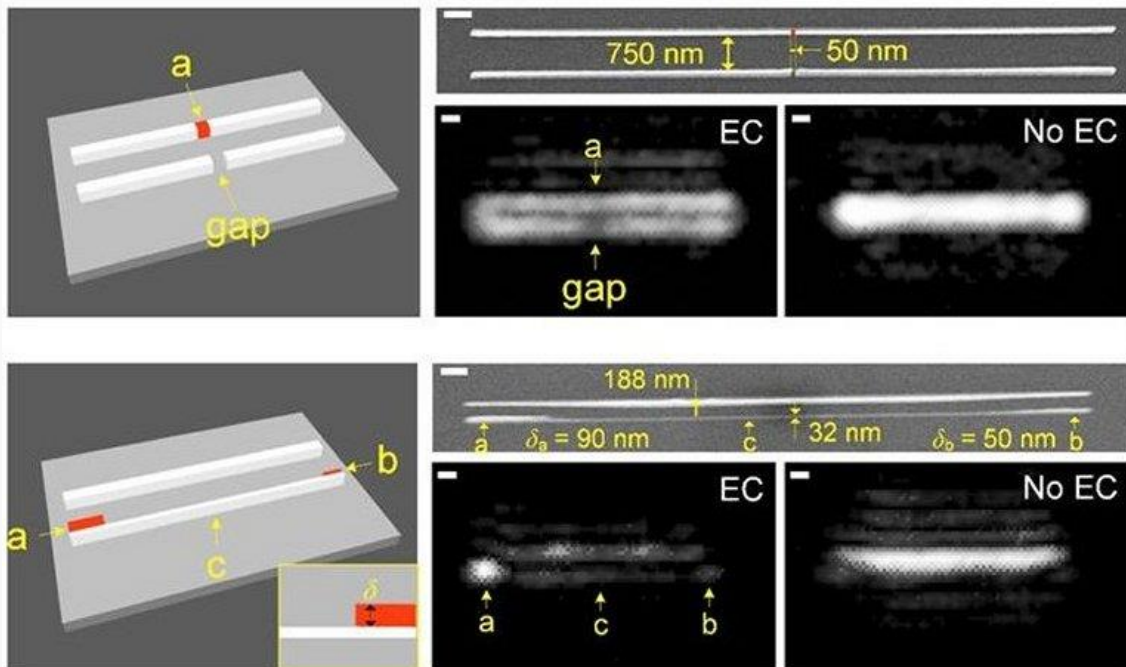
Autores: Tom Westby, Christopher J. Conselice

Revista: *The Astrophysical Journal*

Vol.: 896, Number 1

DOI: 10.3847/1538-4357/ab8225

## 4 - Microscópio óptico agora permite ver diretamente mundo da nanotecnologia



A técnica permite ver estruturas até agora só vistas com etiquetagem ou através de microscópios eletrônicos.

[Imagem: Lynford Goddard/Grainger Engineering]

### 4.1 - Inovação na microscopia

Não é todo dia que se ouve falar sobre avanços dos [microscópios ópticos](#), aqueles tradicionais, que permitem que você veja diretamente o objeto, em contraposição aos microscópios eletrônicos, nos quais as imagens são reconstruídas por computador.

Afinal, os livros texto nos dizem que não podemos enxergar objetos cuja resolução supere o limite de Abbe - em 1873, Ernst Abbe estipulou um limite físico para a resolução máxima da microscopia óptica tradicional: ela nunca poderia superar 0,2 micrômetro, ou 200 nanômetros, o que significaria que o mundo da nanotecnologia estaria sempre fora do alcance dos nossos olhos.

Um trio de pesquisadores da Universidade de Illinois, nos EUA, acaba de desafiar esse conhecimento - e demonstraram isso na prática.

"Nosso trabalho é significativo não apenas porque promove o entendimento científico da imagem óptica, mas também porque permite que os pesquisadores visualizem diretamente objetos não marcados que possuem profundas separações de comprimento de onda. Podemos ver estruturas em nanoescala sem executar nenhum pós-processamento de imagem," disse o professor Lynford Goddard.

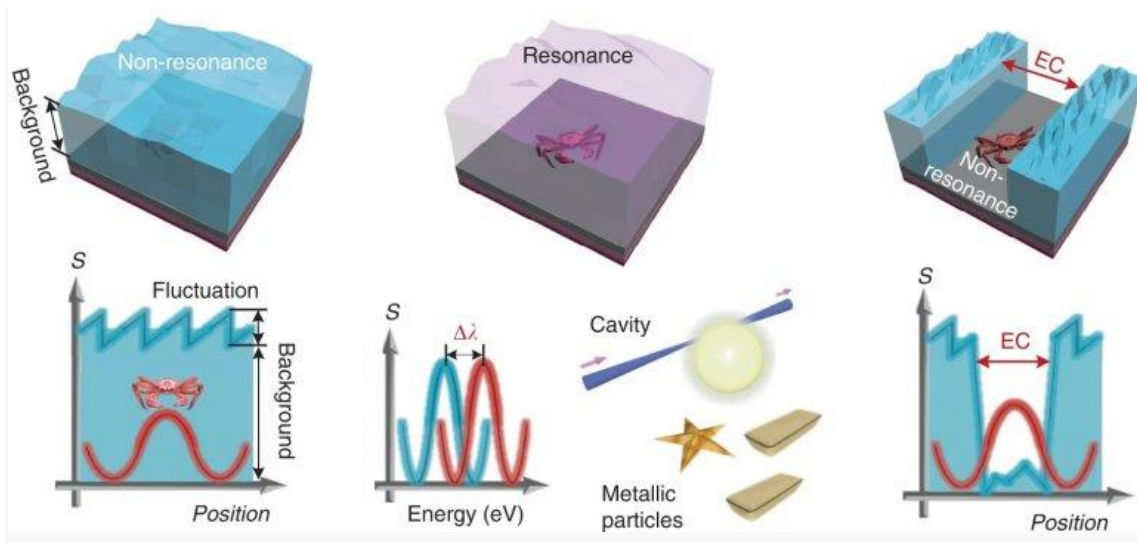


Ilustração mostrando a estrutura usada para a detecção em nanoescala visualizável, criando artificialmente uma "vala" eletromagnética. As curvas azul e vermelha denotam a força do campo elétrico do fundo e do objeto em nanoescala, respectivamente.

[Imagem: Jinlong Zhu et al. - 10.1038/s41467-020-16610-0]

## 4.2 - Vencendo a barreira da difração

O trabalho começou no nível teórico, conforme a equipe precisou criar um modelo de como a luz se propaga nos sistemas em nanoescala. E uma das configurações trouxe um resultado inusitado, mostrando que seria possível visualizar objetos muito menores do que se acreditava ser possível no comprimento de onda da luz visível.

A equipe então partiu para construir um sistema óptico capaz de replicar todas as configurações do modelo. E deu certo.

"Usar um microscópio óptico padrão para visualizar objetos nanométricos é extremamente desafiador, não apenas por causa da barreira de difração, mas também pelo sinal fraco. Nosso experimento teve que utilizar dois conceitos físicos novos e interessantes, a excitação antissimétrica e a amplificação sem ressonância, para aumentar a razão sinal-ruído dos objetos em nanoescala," explicou o pesquisador Jinlong Zhu.

A técnica permitiu observar diretamente objetos em nanoescala e com um campo de visão surpreendente grande - 726 x 582 micrômetros.

"Tivemos muita sorte de que alguns dos nanofios da nossa amostra de teste apresentassem imperfeições na fabricação. Isso nos permitiu demonstrar a visualização de defeitos abaixo de 20 nanômetros em um chip semiconductor. No futuro, também poderemos aplicar nosso método para a detecção visual de objetos biológicos (por exemplo, vírus ou aglomerados de moléculas) escolhendo nanofios com geometria otimizada, índice de refração adequado e grupos funcionais

padronizados em torno dos nanofios. Quando os analitos alvo forem capturados, eles funcionam como objetos que podem ser visualizados diretamente das imagens ópticas," finalizou Zhu.

**Bibliografia:**

Artigo: *Visualizable detection of nanoscale objects using anti-symmetric excitation and non-resonance amplification*

Autores: Jinlong Zhu, Aditi Udupa, Lynford L. Goddard

Revista: Nature Communications

Vol.: 11, Article number: 2754

DOI: 10.1038/s41467-020-16610-0

**Gustavo Benttenmuller**  
**Presidente da ATQ**