



Inovações Tecnológicas – ABRIL 2020

É apresentada a notícia de produção do Lítio no Brasil, importantíssimo para baterias de alto desempenho, a descoberta do novo estado eletrônico da matéria, as quasipartículas imortais que renascem das próprias cinzas e a ressonância elétrica nuclear revoluciona a medicina. Reflitam e desfrutem.

1 - Brasil produzirá lítio minerando barragens de rejeitos

Ref: Agência Brasil - 17/03/2020



O BNDES financiou o projeto de mineração do lítio a partir dos rejeitos das barragens de mineração.

[Imagem: AMG Mineração/Divulgação]

1.1 - Lítio e tântalo

Duas antigas barragens de [mineração](#), desativadas desde 2018, vão se transformar em novas minas para a produção do valioso lítio, o metal com que são feitas as melhores [baterias](#) atualmente no mercado.

As duas barragens foram criadas durante a mineração do também valioso mineral [tântalo](#), usado em componentes eletrônicos - principalmente capacitores -, superligas metálicas para a indústria aeroespacial e ligas duras resistentes à corrosão - o Brasil é o principal produtor de tântalo do mundo, com cerca de 23% da produção mundial.

Diversos outros elementos ocorrem em associação nos minérios de tântalo, incluindo o lítio. A AMG Mineração S.A. decidiu extrair o lítio contido no rejeito porque ambas as barragens são do tipo a montante, que foram proibidas no Brasil pela Agência Nacional de Mineração (ANM) depois dos rompimentos das barragens em Brumadinho e Mariana.

Está prevista a produção de 90 mil toneladas por ano do concentrado de lítio. Todo o material extraído nos três primeiros anos já está negociado com empresas da China, o que resultará no

aumento em 10 vezes da produção nacional de concentrado de lítio, insumo considerado de alto valor agregado e de crescente demanda internacional.

"É emblemático para o Brasil. Hoje o país produz 9 mil toneladas de concentrado de lítio por ano. Esse projeto multiplica por dez a capacidade de produção do Brasil de concentrado de lítio. O projeto passa a produzir 90 mil toneladas por ano e isso insere o Brasil como fornecedor relevante nessa cadeia de alto valor," disse Flávio Mota, chefe do Departamento de Indústria de Base e Extrativa do BNDES, que financiou parte dos R\$ 221 milhões que o projeto custou.

1.2 - Rejeito de barragem vira mina

As barragens estão localizadas em uma mina operada há 38 anos pela AMG, que integra um grupo holandês com atuação nos setores de mineração, metalurgia e engenharia de materiais.

A empresa identificou que, nos rejeitos do tântalo, principal elemento químico explorado no local, há um nível de concentrado de lítio que justifica sua exploração econômica - a mina principal extrai o tântalo a partir do mineral espodumênio.

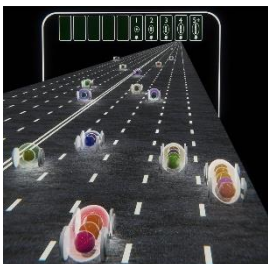
O projeto vai contribuir para a descaracterização das duas barragens desativadas e dar um fim econômico aos rejeitos, reduzindo os riscos para a população. Quando as reservas das barragens se esgotarem, a nova planta de processamento continuará sendo abastecida pelos novos rejeitos gerados continuamente durante a mineração do tântalo.

O projeto gerou 2 mil postos de trabalho indiretos durante as obras e 130 novos empregos na nova planta.

O BNDES anunciou que trabalha para identificar ou receber projetos com impacto social e ambiental de outras empresas de mineração que estejam planejando dar um uso racional aos seus resíduos.

"Hoje tem aplicações diversas para esses resíduos, que têm impactos sociais muito diretos. Por exemplo, estuda-se utilizar a aplicação de rejeitos na fabricação de tijolos para a construção de casas, outra alternativa é na fabricação de material asfáltico para fazer rodovia e pavimentação. Então, existem outras aplicações. O BNDES tem contato com alguns parceiros no intuito de estudar e ajudar a viabilidade desses projetos de dar uma aplicação aos rejeitos," disse Flávio.

2 - Descoberto novo estado eletrônico da matéria



Aglomerados de elétrons correndo pela estrada supercondutora representam o movimento da série de condutâncias de Pascal.

[Imagem: Jeremy Levy]

2.1 - Novo estado eletrônico

Físicos anunciaram ter descoberto um novo estado eletrônico da matéria - e um estado de grande interesse tecnológico.

"Normalmente, elétrons em [semicondutores](#) ou [metais](#) se movem e se dispersam e, eventualmente, derrapam em uma direção se você aplicar uma tensão elétrica. Mas, nos condutores balísticos, os elétrons se movem mais como carros em uma rodovia. A vantagem disso é que eles não emitem calor e isso pode ser usado de maneiras bem diferentes da eletrônica comum," explicou o professor Jeremy Levy, da Universidade de Pittsburgh, nos EUA.

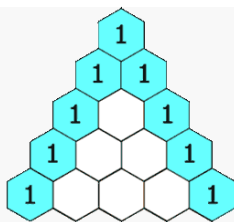
A ocorrência dos [condutores balísticos, em que os elétrons parecem voar como os fótons](#), havia sido demonstrada no grafeno há cerca de cinco anos.

"A descoberta que fizemos [agora] mostra que, quando os elétrons são postos para atrair uns aos outros, eles podem formar grupos de dois, três, quatro e cinco elétrons, que literalmente se comportam como novos tipos de partículas, novas formas de matéria eletrônica," detalhou Levy.

Isso pode ser comparado à maneira pela qual os quarks se unem para formar nêutrons e prótons, e pode ser um instrumento importante para estudar os [supercondutores](#), nos quais os elétrons se emparelham para fluir sem resistência.

2.2 - Triângulo de Pascal

Uma pista importante para compreender o que estava acontecendo no condutor balístico foi reconhecer que esses condutores condizem com uma sequência dentro de um Triângulo de Pascal - um Triângulo de Pascal é um triângulo numérico infinito formado por números binomiais, onde o primeiro representa o número da linha e o segundo o número da coluna.



Não se sabe ainda exatamente o porquê, mas os elétrons balísticos movimentam-se formando a mesma série que compõe o Triângulo de Pascal.

[Imagem: Hersfold/Wikipedia]

"Se você olhar ao longo de diferentes direções do Triângulo de Pascal, poderá ver diferentes padrões numéricos e um deles é 1, 3, 6, 10, 15, 21. Esta é uma sequência que observamos em nossos dados, o que mostrou uma pista desafiadora sobre o que realmente estava acontecendo. Levou algum tempo para entendermos essa descoberta, mas foi porque inicialmente não percebemos que estávamos olhando para partículas compostas de um elétron, dois elétrons, três elétrons e assim por diante. Se você combinar tudo isso junto você obtém a sequência de 1, 3, 6, 10," explicou o pesquisador.

As novas partículas apresentam propriedades relacionadas ao entrelaçamento quântico, que podem ser potencialmente usadas para a computação quântica e as comunicações quânticas.

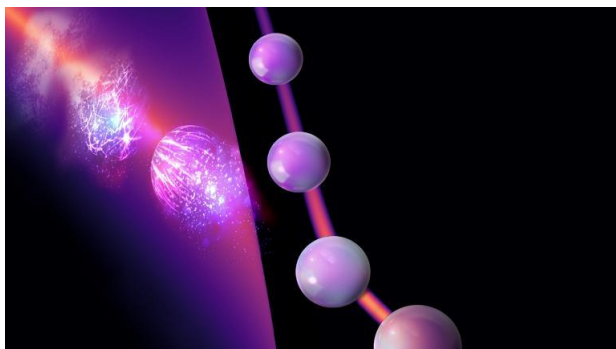
"Na primeira revolução quântica, as pessoas descobriram que o mundo ao seu redor era governado fundamentalmente por leis da física quântica. Essa descoberta levou à compreensão da tabela periódica, como os materiais se comportam, e ajudaram no desenvolvimento de transistores, computadores, escâneres de ressonância magnética e tecnologia da informação. Agora, no século XXI, estamos focando em todas as estranhas previsões da física quântica, explorando-as e usando-as.

"Quando você fala sobre aplicações, estamos pensando em [computação quântica](#), [teletransporte quântico](#), [comunicações quânticas](#), sensoriamento quântico, ideias que usam propriedades da natureza quântica da matéria que antes eram ignoradas," disse Levy.

Bibliografia:

Artigo: *Pascal conductance series in ballistic one-dimensional LaAlO₃/SrTiO₃ channels*
Autores: Megan Briggeman, Michelle Tomczyk, Binbin Tian, Hyungwoo Lee, Jung-Woo Lee, Yuchi He, Anthony Tylan-Tyler, Mengchen Huang, Chang-Beom Eom, David Pekker, Roger S. K. Mong, Patrick Irvin, Jeremy Levy
Revista: Science
Vol.: 367, Issue 6479, pp. 769-772
DOI: 10.1126/science.aat6467

3 - Quasipartículas imortais renascem das próprias cinzas



Fortes interações fazem com que as quasipartículas sejam autênticas fênix quânticas.

[Imagem: K. Verresen/TUM]

3.1 - Imortalidade na matéria

O ditado popular diz que nada dura para sempre. As leis da física parecem confirmar isso: em nosso planeta, todos os processos aumentam a entropia, ou seja, a desordem molecular. Por exemplo, um vidro quebrado nunca mais se recompõe.

Mas os ditados - e as teorias - também não parecem conseguir escapar desse destino inexorável.

Físicos da Universidade Técnica de Munique e do Instituto Max Planck para a Física de Sistemas Complexos, na Alemanha, descobriram que coisas que parecem inconcebíveis no mundo cotidiano são possíveis no nível microscópico, onde reina soberana a mecânica quântica.

"Até agora, a suposição era que as quasipartículas em sistemas quânticos interagentes decaem após um certo tempo. Agora sabemos que é exatamente o oposto: Interações fortes podem até mesmo parar completamente o decaimento," explica o professor Frank Pollmann.

Vibrações coletivas das redes atômicas dos cristais, os chamados [fônons](#), são um exemplo dessas quasipartículas. E, ao "reviver", elas se mantêm indefinidamente, numa aparente "imortalidade".

- [Fonônica: primeiros componentes da "eletrônica do calor"](#)

3.2 - Quasipartículas eternas

O conceito de quasipartículas foi cunhado pelo físico e ganhador do prêmio Nobel Lev Davidovich Landau. Ele usou a ideia para descrever estados coletivos de muitas partículas, ou melhor, suas interações devido a forças elétricas ou magnéticas. Devido a essas interações, várias partículas acabam se comportando como se fossem uma única - uma quasipartícula.

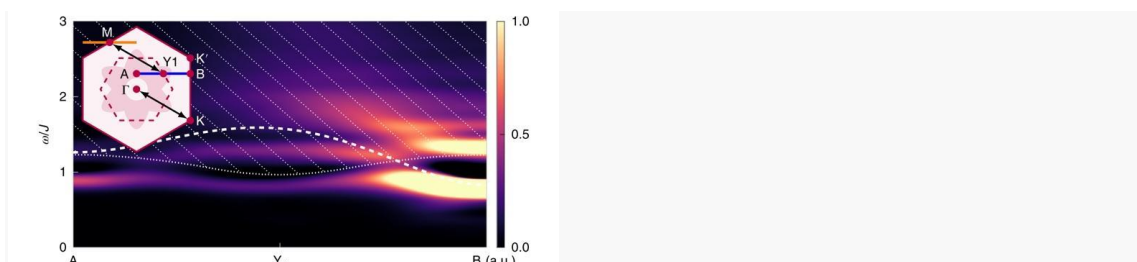
"Até agora, não se conhecia em detalhes quais processos influenciam o destino dessas quasipartículas em sistemas interativos," disse Pollmann. "Só agora contamos com métodos numéricos com os quais podemos calcular interações complexas, bem como computadores com desempenho elevado o suficiente para resolver essas equações."

Foram os resultados dessas simulações computadorizadas que surpreenderam: as quasipartículas não só podem sobreviver à destruição inexorável que espreita todas as coisas materiais, como parecem ser até mesmo capazes de renascer das próprias cinzas, como uma fênix, criando sua própria versão de "imortalidade".

"O resultado dessa elaborada simulação é o seguinte: As quasipartículas de fato decaem; no entanto, novas entidades de partículas idênticas emergem dos destroços. Se este decaimento ocorre muito rapidamente, uma reação inversa ocorrerá após um determinado tempo e os detritos convergirão novamente. Esse processo pode ocorrer de forma infinita, e uma oscilação sustentada entre decadência e renascimento emerge," explica o pesquisador Ruben Verresen, principal responsável pela descoberta.

Do ponto de vista físico, essa oscilação é uma onda que se transforma em matéria, o que é possível de acordo com a dualidade onda-partícula da mecânica quântica. Portanto, as quasipartículas imortais não transgridem a [Segunda Lei da Termodinâmica](#) - sua entropia permanece constante, a decadência é simplesmente interrompida.

- [Função de onda: A matemática que virou realidade](#)



O "renascimento" das partículas é possível porque a onda vira matéria, algo possível graças à conhecida dualidade partícula-onda.

[Imagem: Verresen et al. - 10.1038/s41567-019-0535-3]

3.3 - A verificação da realidade

Este resultado um tanto surpreendente explica fenômenos que eram desconcertantes até agora.

Medições feitas por físicos experimentais mostraram que o composto magnético $Ba_3CoSB_2O_9$ é surpreendentemente estável. Agora se pode dizer que são as quasipartículas magnéticas, os [magnons](#), as responsáveis por essa estabilidade. Outras quasipartículas, os rotons, asseguram que o hélio, que é um gás na superfície da Terra, se torne um superfluido no zero absoluto, podendo então fluir sem restrições.

"Nosso trabalho é puramente pesquisa básica," enfatiza o professor Pollmann.

No entanto, é perfeitamente possível que um dia esses resultados permitam aplicações práticas, por exemplo, a construção de memórias de dados duráveis para futuros computadores quânticos.

- [Memória de cristal guarda dados para sempre](#)

Bibliografia:

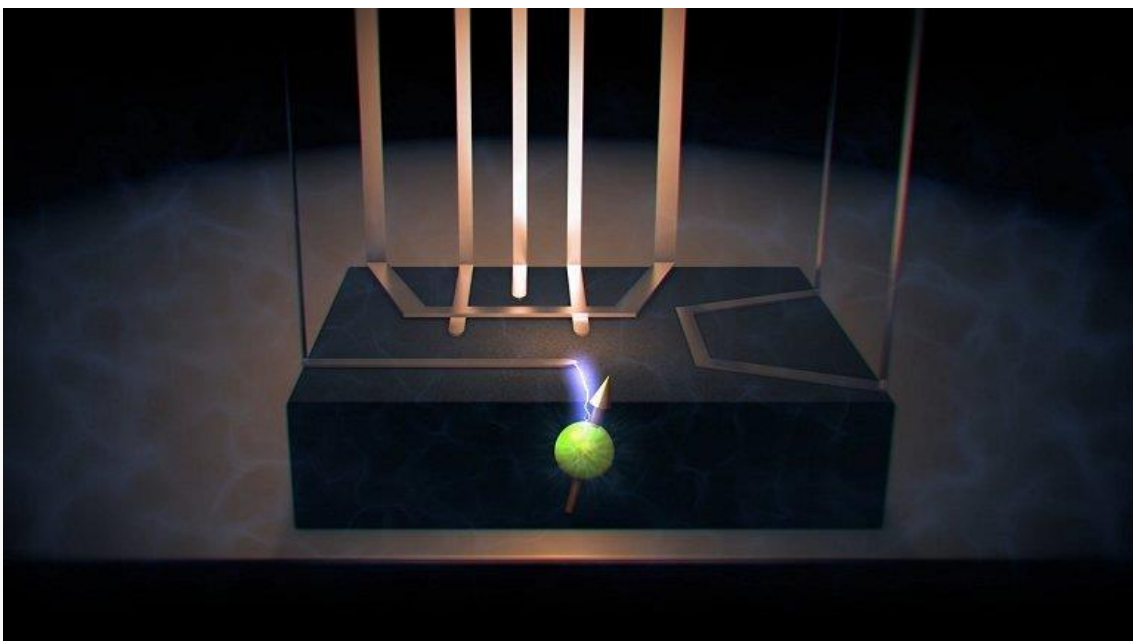
Artigo: *Avoided quasiparticle decay from strong quantum interactions*

Autores: Ruben Verresen, Roderich Moessner, Frank Pollmann

Revista: Nature Physics

DOI: 10.1038/s41567-019-0535-3

4 - Ressonância elétrica nuclear chega para revolucionar medicina e ciências



Uma impressão artística de como um eletrodo em escala nanométrica é usado para controlar localmente o estado quântico de um único núcleo atômico dentro de um chip de silício. Imagem: UNSW/Tony Melov]

4.1 - Controle do núcleo dos átomos

Um feliz acidente no laboratório levou a uma descoberta revolucionária que não apenas resolve um problema discutido há mais de meio século, como também afeta diretamente os exames médicos e o desenvolvimento de novas tecnologias, como os [computadores quânticos](#) e os [sensores](#).

Serwan Asaad e sua equipe da Universidade de Nova Gales do Sul, na Austrália, conseguiram demonstrar na prática uma ideia sugerida por um físico em 1961: Controlar o núcleo de um único átomo usando apenas campos elétricos.

O fato de um spin nuclear - o momento magnético do núcleo de um átomo - poder ser controlado com campos elétricos, em vez de campos magnéticos, tem consequências de longo alcance.

A geração de campos magnéticos requer grandes bobinas e correntes elevadas, além do que é difícil limitar os campos magnéticos a espaços muito pequenos - eles tendem a ter uma ampla área de influência.

Os campos elétricos, por outro lado, podem ser produzidos na ponta de um minúsculo eletrodo e decaem bruscamente conforme aumenta a distância da ponta emissora. Isso facilitará muito o controle de átomos individuais colocados em dispositivos nanoeletrônicos, como os qubits usados nos computadores quânticos.

"Esta descoberta significa que agora temos uma rota para construir computadores quânticos usando spins de átomos individuais, sem a necessidade de qualquer campo magnético oscilante para sua operação. Além disso, podemos usar esses núcleos como sensores incrivelmente precisos de campos elétricos e magnéticos, ou para responder questões fundamentais da ciência quântica," disse o professor Andrea Morello, o mesmo que, juntamente com pesquisadores brasileiros, apresentou recentemente uma [nova arquitetura radical para um computador quântico](#).

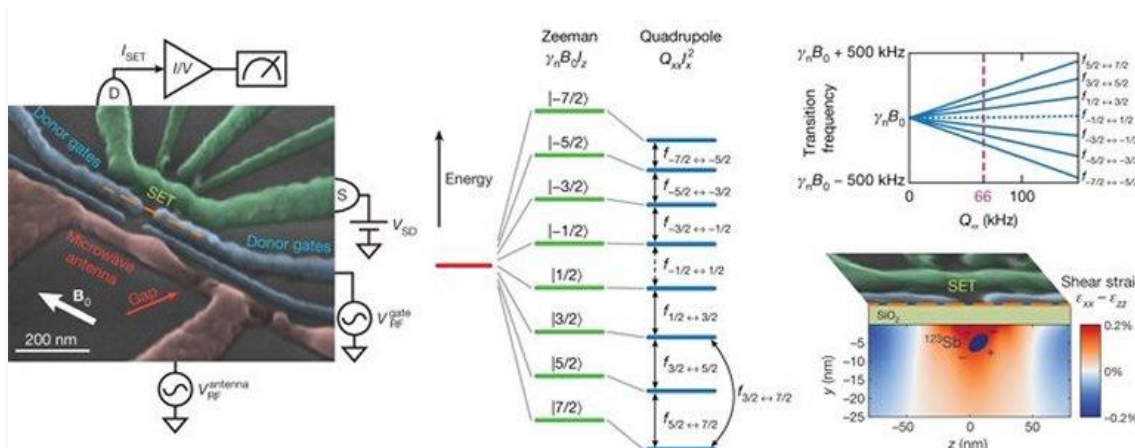
4.2 - Ressonância elétrica nuclear

A descoberta deste novo modo de lidar com os núcleos dos átomos mexe com todo o paradigma da conhecida [ressonância magnética nuclear](#), uma técnica que se baseia, como o próprio nome indica, nas respostas magnéticas dos núcleos dos átomos, e que é amplamente usada em campos tão diferentes quanto medicina, química e [mineração](#).

O novo conceito, chamado ressonância elétrica nuclear, foi sugerido pela primeira vez em 1961 pelo físico holandês Nicolaas Bloembergen (1920-2017), um pioneiro da ressonância magnética e que ganhou o Prêmio Nobel em 1961 pelo desenvolvimento da espectroscopia a laser.

Serwan Asaad estava trabalhando para realizar a ressonância magnética no núcleo de um único átomo de antimônio, um elemento que possui um grande spin nuclear. No entanto, o experimento revelou algo estranho: O núcleo se recusava a responder em determinadas frequências, mas mostrava uma forte resposta em outras.

Foi aí que a equipe se deu conta de que havia encontrado por acaso um modo de fazer ressonância nuclear elétrica, em vez de ressonância nuclear magnética.



Micrografia do dispositivo e mensuração dos efeitos da ressonância elétrica nuclear.

[Imagem: Serwan Asaad et al. - 10.1038/s41586-020-2057-7]

4.3 - Como o mundo clássico emerge do mundo quântico

"O que aconteceu foi que fabricamos um dispositivo contendo um átomo de antimônio e uma antena especial, otimizada para criar um campo magnético de alta frequência para controlar o núcleo do átomo. Nosso experimento exige que esse campo magnético seja bastante forte, então aplicamos muita energia na antena, tanto que a fizemos explodir!" contou Assad.

Acontece que, após o dano, a [antena](#) passou a criar um forte campo elétrico, em vez de um campo magnético, e passou a induzir a tão esperada ressonância nuclear elétrica.

Depois de ajustar tudo e demonstrar a capacidade de controlar o núcleo com os campos elétricos, os pesquisadores usaram modelagem computacional para entender como exatamente o campo elétrico influencia o spin do núcleo. As interpretações iniciais indicam que a ressonância elétrica nuclear é um fenômeno microscópico verdadeiramente local: O campo elétrico distorce as ligações atômicas ao redor do núcleo, fazendo com que ele se reoriente.

"Este resultado histórico abrirá um tesouro de descobertas e aplicações," disse o professor Morello. "O sistema que nós criamos tem complexidade suficiente para estudar como o mundo clássico em que vivemos todos os dias emerge do reino quântico. Além disso, podemos usar sua complexidade quântica para construir sensores de campos eletromagnéticos com uma sensibilidade largamente melhorada. E tudo isso em um dispositivo eletrônico simples fabricado em silício, controlado com pequenas tensões aplicadas a um eletrodo de metal!"

Bibliografia:

Artigo: *Coherent electrical control of a single high-spin nucleus in silicon*

Autores: Serwan Asaad, Vincent Mourik, Benjamin Joecker, Mark A. I. Johnson, Andrew D. Baczewski, Hannes R. Firgau, Mateusz T. Madzik, Vivien Schmitt, Jarryd J. Pla, Fay E. Hudson, Kohei M. Itoh, Jeffrey C. McCallum, Andrew S. Dzurak, Arne Laucht, Andrea Morello

Revista: Nature

Vol.: 579, pages 205-209

Gustavo Benttenmuller M.
Pereira Presidente da ATQ