

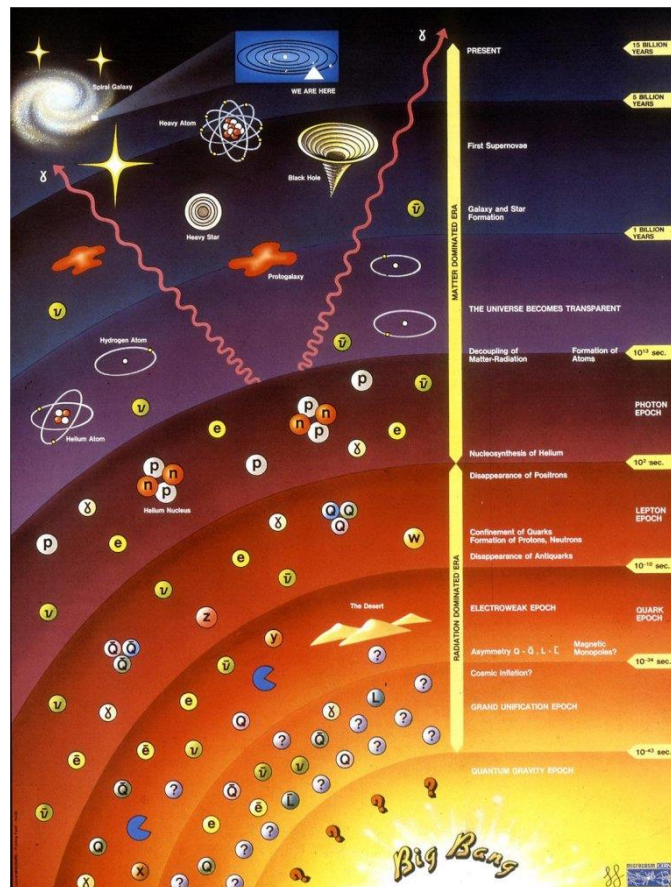


## Inovações Tecnológicas – Outubro de 2022

São apresentadas as informações sobre: Físicos sugerem existência de um novo tipo de matéria; Processador líquido faz inteligência artificial na água; Impressão 3D chega a um dos aços inoxidáveis mais fortes do mercado; Nossa audição não funciona exatamente como cientistas pensavam; Descoberta revela como o câncer de próstata pode começar. Vejam como a tecnologia está evoluindo de forma surpreendente.

### 1 – Físicos sugerem existência de um novo tipo de matéria

As partículas exóticas detectadas pelo LHC indicam a existência de um novo tipo de matéria.



As partículas exóticas detectadas pelo LHC indicam a existência de um novo tipo de matéria. [Imagem: CERN]

1.1 – Pentaquarks Em 2015, o detector LHCb, um dos grandes detectores do Grande Colisor de Hádrons (LHC), detectou sinais de uma nova classe de partículas exóticas, formadas por cinco quarks (pentaquarks).

O experimento examinou uma partícula pesada, chamada lambda\_b ( $\Lambda_b$ ), que decaí em partículas mais leves, incluindo o familiar próton e o menos conhecido J/psi, descoberto em 1974.

Os lambda b decaíram em três partículas, um J-psi, um próton e um káon. A descoberta consistiu em detectar estados intermediários durante esse decaimento, sendo essas partículas intermediárias batizadas de Pc(4450)+ e Pc(4380)+. A primeira é claramente visível como um pico nos dados, enquanto a segunda é necessária para descrever os dados completamente.

## 1.2 - Interpretações

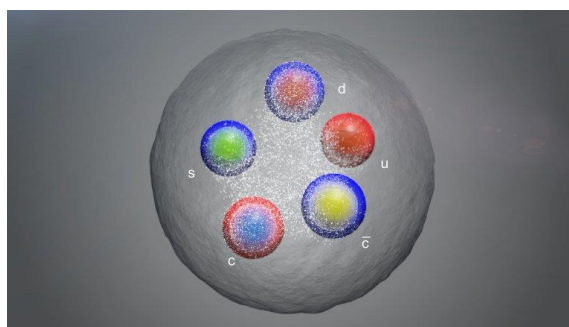
Agora, Tim Burns (Universidade Swansea, no País de Gales) e Eric Swanson (Universidade de Pittsburgh, nos EUA), afirmam que os dados do LHC só podem ser compreendidos se existir um novo tipo de matéria ainda não descrito.

A maior parte da massa observável do Universo vem de partículas chamadas quarks, que se combinam para formar os prótons e os nêutrons e um bando de outras partículas que interagem muito mais fortemente do que os elétrons ou os neutrinos, que são partículas elementares (não formadas por partículas mais fundamentais).

Essas partículas que interagem fortemente são conhecidas coletivamente como hádrons, e são descritas por uma teoria chamada Cromodinâmica Quântica, ou teoria da força forte. Embora essa teoria esteja chegando ao seu 50º aniversário, tem sido notoriamente difícil discernir seu funcionamento interno.

"A Cromodinâmica Quântica é a criança-problema do Modelo Padrão," disse Swanson. "Aprender o que ela diz sobre os hádrons exige fazer os computadores mais rápidos do mundo rodarem por anos, dificultando a resposta às dezenas de perguntas que esse único experimento levanta". A saída então é fazer experimentos com hádrons e tentar interpretar corretamente os resultados. É uma dessas interpretações que a dupla está sugerindo agora.

Os pentaquarks estão na base da nova matéria.



[Imagem: CERN]

### 1.3 - Novo tipo de matéria

Até recentemente, todos os hádrons podiam ser entendidos como combinações de um quark e um antiquark, como o J/psi, ou combinações de três quarks, como o próton.

Apesar disso, há muito se suspeita que outras combinações de quarks são possíveis - o que equivale a novas formas de matéria.

Então, em 2004 veio a descoberta de uma partícula chamada X(3872), que parece ser uma combinação de dois quarks e dois antiquarks. Várias novidades têm surgido desde então, embora nenhuma delas possa ser definitivamente identificada como novas combinações exóticas de quarks.

Os dois físicos então juntaram todos esses resultados e elaboraram uma nova explicação consistente que abarca todos eles em um único quadro conceitual - essencialmente uma descrição teórica de um tipo de matéria que ainda não sabemos como é.

"Temos um modelo que explica os dados lindamente e, pela primeira vez, incorpora todas as restrições experimentais," disse Burns.

A teoria levanta a possibilidade de que possam existir outros pentaquarks e que toda uma nova classe de matéria esteja prestes a ser descoberta.

E, melhor de tudo, o modelo indica que os pentaquarks estão bem no limiar para sua detecção por outros laboratórios, o que poderá comprovar a teoria e abrir o campo de pesquisas para descrever esse novo tipo de matéria, formada por pentaquarks.

"Realmente não há outra maneira de interpretar os dados - os estados pentaquark devem existir," disse Burns.

#### Bibliografia:

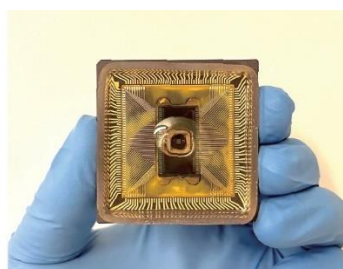
Artigo: Production of Pc states in Ab decays

Autores: T. J. Burns, E. S. Swanson

Revista: Physical Review D

DOI: 10.1103/PhysRevD.106.054029

### 2 –Processador líquido faz inteligência artificial na água



Processador iônico, formado por centenas de transistores em meio líquido. [Imagem: Woo-Bin Jung/Harvard SEAS]

2.1 - Computação iônica - A comparação do cérebro com os computadores é quase inevitável, mas há diferenças fundamentais entre os dois "hardwares": Os

processadores são feitos de silício e outros semicondutores de estado sólido, enquanto o cérebro processa informações manipulando íons em um meio aquoso.

Isso inspirou Woo-Bin Jung e colegas da Universidade de Harvard, nos EUA, a criar um processador iônico em uma solução líquida.

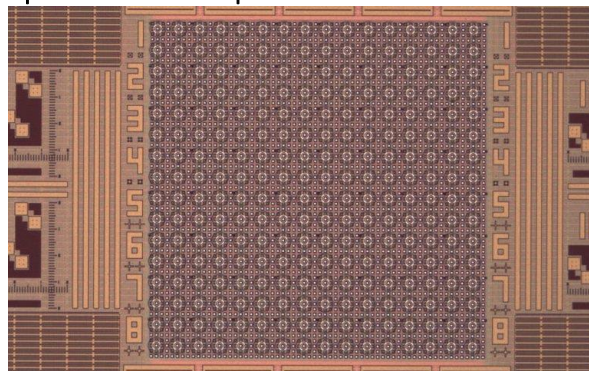
Embora os íons na água se movam mais lentamente do que os elétrons nos semicondutores, os cientistas acreditam que a diversidade de espécies iônicas, cada uma com suas próprias propriedades físicas e químicas, pode oferecer novas oportunidades para um processamento de informações mais rico e diversificado.

Diversas equipes já construíram transistores iônicos, mas Jung e seus colegas foram muito além, não apenas desenvolvendo um circuito iônico completo, formado por centenas de transistores iônicos encadeados, como também demonstrando que ele nasceu talhado para realizar cálculos típicos da inteligência artificial, as chamadas redes neurais artificiais.

"Os microprocessadores manipulam os elétrons de forma digital para realizar a multiplicação de matrizes," disse o professor Donhee Ham. "Embora nosso circuito iônico não possa ser tão rápido ou preciso quanto os microprocessadores digitais, a multiplicação da matriz eletroquímica na água é encantadora por si só e tem potencial para ser eficiente em termos energéticos."

## 2.2 - Computador iônico

O processador é essencialmente uma rede neural em hardware, formada por uma densa matriz de recipientes que controlam o pH no nível local.



[Imagem: Donhee Ham Research Group/Harvard SEAS] Rede neural iônica

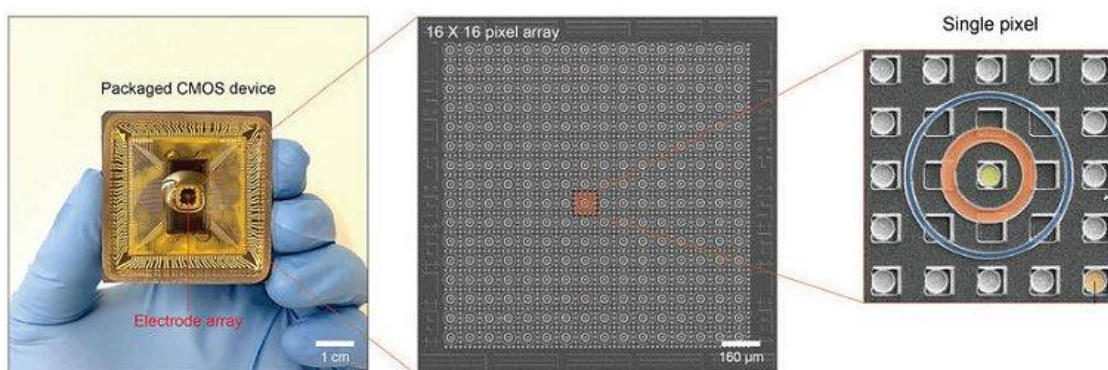
O transistor iônico desenvolvido pela equipe consiste em uma solução aquosa de moléculas de quinona, que fica em contato com dois eletrodos concêntricos em formato de anel e com um eletrodo central em formato de disco.

Ao aprisionar e liberar íons de hidrogênio, os dois eletrodos em anel baixam eletroquimicamente e ajustam o pH local ao redor do disco central. Quando uma voltagem é aplicada ao disco central, gera-se uma reação eletroquímica que produz uma corrente iônica do disco para a água.

A taxa de reação pode ser acelerada ou desacelerada ajustando-se o pH local, fazendo com que a corrente iônica aumente ou diminua. Em outras palavras, o pH controla a corrente iônica do disco na solução aquosa, criando uma contrapartida iônica do transistor eletrônico - na verdade, o sistema todo já funciona como uma porta lógica, pronta para fazer cálculos.

Finalmente, a equipe construiu e encadeou os transistores iônicos de tal forma que a corrente do disco é uma multiplicação aritmética da tensão do disco e de um parâmetro de "peso", que representa o pH local do transistor. Esses transistores foram dispostos em uma matriz 16 x 16, expandindo a multiplicação aritmética analógica dos transistores individuais em uma multiplicação de matriz analógica, com a matriz de valores de pH locais servindo como uma matriz de peso, como as encontradas nas redes neurais.

"A multiplicação de matrizes é o cálculo mais prevalente em redes neurais para inteligência artificial," disse Jung. "Nosso circuito iônico realiza a multiplicação da matriz na água de maneira analógica, totalmente baseada em maquinário eletroquímico."



A equipe planeja incorporar novos tipos de íons para "enriquecer" a computação.  
[Imagem: Woo-Bin Jung/Harvard SEAS]

### 2.3 - Enriquecer a computação iônica

A equipe já tem planos para levar a computação iônica adiante.

"Até agora, usamos apenas 3 ou 4 espécies iônicas, como íons de hidrogênio e quinona, para permitir o transporte iônico e impedir ou permitir o sinal no transistor iônico aquoso," disse Jung. "Será muito interessante empregar espécies iônicas mais diversas e ver como podemos explorá-las para enriquecer o conteúdo da informação a ser processada."

#### Bibliografia:

Artigo: An Aqueous Analog MAC Machine

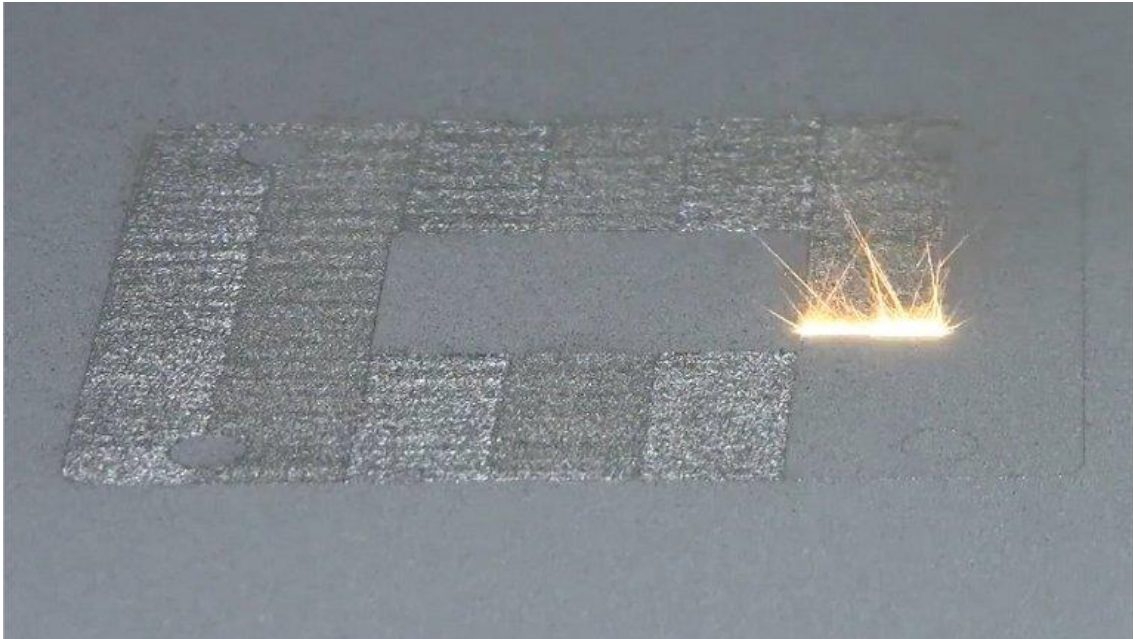
Autores: Woo-Bin Jung, Han Sae Jung, Jun Wang, Henry Hinton, Maxime Fournier, Adrian Horgan, Xavier Godron, Robert Nicol, Donhee Ham

Revista: Advanced Materials

DOI: 10.1002/adma.202205096

### 3 – Impressão 3D chega a um dos aços inoxidáveis mais fortes do mercado

Como imprimir em 3D um dos aços inoxidáveis mais fortes



Teste real da impressão 3D do aço inoxidável 17-4 PH. [Imagem: NIST]

#### 3.1 - Aço inoxidável 17-4

Depois de fazer a liga de titânio mais forte por impressão 3D, a manufatura aditiva agora lançou seus lasers sobre a fabricação dos aços inoxidáveis.

Uma equipe de várias instituições norte-americanas viabilizou a impressão 3D de uma liga notavelmente forte e resistente à corrosão, chamada aço inoxidável de endurecimento por precipitação, e que atende pelo código 17-4 PH.

O PH na sigla vem da expressão em inglês para endurecimento por precipitação, um tipo de tratamento térmico que busca precipitar uma segunda fase no material a partir de uma solução sólida supersaturada, obtendo com isso um aumento na resistência mecânica.

É a primeira vez que o aço 17-4 PH pode ser consistentemente impresso em 3D, mantendo as características da liga fabricada pelos métodos tradicionais.

Esse aço inoxidável é largamente usado na indústria em aplicações altamente exigentes, incluindo navios, aviões e usinas nucleares.

#### 3.2 - Impressão 3D de metais

Como os metais aquecem e esfriam muito rapidamente durante o processo de impressão 3D, a estrutura cristalina dos átomos dentro do material muda rapidamente. Sem entender o que está acontecendo com a estrutura cristalina do aço à medida que a peça é impressa, os pesquisadores lutam há anos para imprimir em 3D um 17-4, no qual a

estrutura cristalina deve ser perfeita - um tipo chamado martensita - para que o material mantenha suas propriedades tão desejadas.

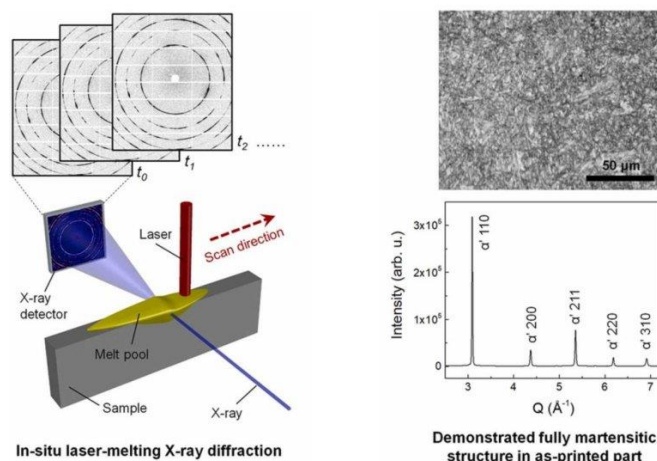
"Quando você pensa em manufatura aditiva de metais, estamos essencialmente soldando milhões de pequenas partículas em pó em uma peça com uma fonte de alta potência, como um laser, derretendo-as em um líquido e resfriando-as em um sólido," disse Fan Zhang, do Instituto Nacional de Padronização e Tecnologia dos EUA. "Mas a taxa de resfriamento é alta, às vezes superior a um milhão de graus Celsius por segundo, e essa condição extrema de não equilíbrio cria um conjunto de desafios de medição extraordinários."

Por isso, a equipe precisou desenvolver uma técnica de visualização ultrarrápida, usando raios X, para monitorar esse processo e, assim, desenvolver a melhor composição do aço para que ele passe pela impressora 3D.

Assim como é necessário uma câmera de alta velocidade para ver as asas de um beija-flor batendo durante o voo, os pesquisadores precisavam de equipamentos especiais para observar mudanças rápidas na estrutura do aço que ocorrem em milissegundos. Eles encontraram a ferramenta certa para o trabalho na difração de raios X síncrotron, ou DRX.

"Na DRX, os raios X interagem com o material e formam um sinal que é como uma impressão digital correspondente à estrutura cristalina específica do material," disse Lianyi Chen, coautor do trabalho.

Como imprimir em 3D um dos aços inoxidáveis mais fortes



A equipe analisou a impressão 3D do aço inoxidável em tempo real para definir as condições exatas do pó que deve entrar na impressora. [Imagem: Qilin Guo et al. - 10.1016/j.addma.2022.103068]

3.3 - Ajuste da composição da liga - O uso da radiação síncrotron permitiu ver como a estrutura do cristal mudava ao longo da impressão, revelando fatores que precisavam

ser controlados - como a composição do metal em pó - para garantir que a estrutura cristalina se mantivesse na peça impressa.

Embora o ferro seja o principal componente do aço 17-4 PH, a composição da liga pode conter quantidades diferentes de até uma dúzia de elementos químicos diferentes. De posse de uma imagem clara da dinâmica estrutural durante a impressão, a equipe usou essa dinâmica como guia, e acabou descobrindo que, para ter uma composição adequada do aço inoxidável em pó basta variar o ferro, níquel, cobre, nióbio e cromo.

"O controle da composição é realmente a chave para a impressão 3D de ligas. Ao controlar a composição, podemos controlar como ela se solidifica. Também mostramos que, em uma ampla faixa de taxas de resfriamento, digamos, entre 1.000 e 10 milhões de graus Celsius por segundo, nossas composições resultam consistentemente em aço 17-4 PH totalmente martensítico," disse Zhang.

#### Bibliografia:

Artigo: Phase transformation dynamics guided alloy development for additive manufacturing

Autores: Qilin Guo, Minglei Qu, Chihpin Andrew Chuang, Lianghua Xiong, Ali Nabaa, Zachary A. Young, Yang Ren, Peter Kenesei, Fan Zhang, Lianyi Chen

Revista: Additive Manufacturing

Vol.: 59, Part A, 103068

DOI: 10.1016/j.addma.2022.103068

#### 4 – Nossa audição não funciona exatamente como cientistas pensavam

Pesquisa questiona teoria sobre como nossa audição funciona



Anders Fridberger e Pierre Hakizimana medindo as vibrações no órgão auditivo humano. [Imagem: Emma Busk Winquist/Linköping University]

#### 4.1 - Teoria sobre o funcionamento da audição

A maneira como experimentamos a música e a fala é bem diferente do que a ciência propunha até agora.

Além de melhorar nosso conhecimento de biologia, esta conclusão, divulgada por pesquisadores da Universidade de Linköping (Suécia) e da Universidade de Ciência e Saúde do Oregon (EUA), pode tornar possível projetar melhores implantes cocleares.

O som que chega ao ouvido externo é transportado pelo tímpano para o ouvido interno em forma de espiral, também conhecido como cóclea, onde ficam localizadas as células sensoriais da audição, células ciliadas externas e internas. As ondas sonoras fazem com que os "cabelos" das células ciliadas internas se curvem, gerando um sinal bioelétrico que segue através dos nervos até o cérebro, que interpreta o som que ouvimos.

Nos últimos 100 anos, os cientistas acreditaram que cada célula sensorial tinha sua própria "frequência ideal" (uma medida do número de ondas sonoras por segundo). A célula ciliada responderia então mais fortemente a essa sua frequência nativa.

Essa ideia significa que uma célula sensorial com uma frequência ideal de 1000 Hz responderia muito menos fortemente a sons com frequência ligeiramente inferior ou superior. Os cientistas também assumiam que todas as partes da cóclea funcionariam da mesma maneira.

4.2 - Sensores multifrequenciais - Agora, no entanto, George Burwood e seus colegas descobriram que não funciona assim no caso das células sensoriais que processam sons com frequências abaixo de 1000 Hz, considerado um som de baixa frequência.

E esta é uma frequência importante: Os sons vocálicos da fala humana estão na região de baixa frequência, e muitos dos sons que compõem a música também - o dó central de um piano, por exemplo, tem uma frequência de 262 Hz.

"Nosso estudo mostra que muitas células no ouvido interno reagem simultaneamente ao som de baixa frequência. Acreditamos que isso torna mais fácil experimentar sons de baixa frequência, já que o cérebro recebe informações de muitas células sensoriais ao mesmo tempo," disse o professor Anders Fridberger.

A equipe também acredita que essa construção torna o nosso sistema auditivo mais robusto: Se algumas células sensoriais forem danificadas, permanecem muitas outras que podem enviar impulsos nervosos para o cérebro. No aspecto prático, esta descoberta promete ajudar as pessoas com deficiência auditiva severa.

"O projeto dos implantes cocleares atuais é baseado na suposição de que cada eletrodo deve apenas dar estimulação nervosa em determinadas frequências, de forma a tentar copiar o que se acreditava sobre a função do nosso sistema auditivo. Nós sugerimos que mudar o método de estimulação nas baixas frequências será mais parecido com a estimulação natural, e a experiência auditiva do usuário deve, dessa forma, ser melhorada," disse Fridberger.

Artigo: Best frequencies and temporal delays are similar across the low-frequency regions of the guinea pig cochlea

Autores: George Burwood, Pierre Hakizimana, Alfred L Nuttall, Anders Fridberger

Publicação: Science Advances

DOI: 10.1126/sciadv.abq2773

5 – Descoberta revela como o câncer de próstata pode começar  
Descoberta revela como o câncer de próstata pode começar



O brócolis tem um efeito reconhecido contra o câncer de próstata. [Imagem: Wikipedia]

#### 5.1 - Doença da glândula –

Pesquisadores fizeram uma importante descoberta sobre como o câncer de próstata pode começar a se desenvolver. A próstata como um todo, incluindo células que parecem normais, é diferente em homens que desenvolvem o câncer de próstata.

Isso sugere que as células do tecido em toda a próstata estão "preparadas e prontas" para desenvolver o câncer, e não apenas algumas poucas células que dariam origem ao tumor.

Assim, pode ser melhor tratar toda a glândula, e não apenas as áreas da que já desenvolveram o tumor.

A expectativa é que esta descoberta possa ajudar os cientistas a entender melhor as causas do câncer de próstata e até preveni-lo completamente.

#### 5.2 - Células prontas para o câncer

O câncer é impulsionado por mudanças no DNA, o código genético que está presente em todas as células.

Para saber como essas mudanças surgem, Claudia Buhigas e seus colegas da Universidade de East Anglia (Reino Unido) estudaram o código de DNA em 121 amostras de tecido de 37 homens com e sem câncer de próstata.

"Nós descobrimos que as células 'normais' da próstata em homens que tiveram câncer de próstata tinham mais mutações (alterações no DNA) do que as células 'normais' da próstata de homens sem câncer de próstata. Com base na genética das amostras

analisadas, criamos mapas para entender onde ocorreram as diferentes mutações e demonstramos que, na maioria dos homens, as mutações nas células normais são diferentes das mutações nas células cancerígenas.

"As células 'normais' da próstata em homens que têm câncer de próstata parecem fornecer um ambiente benéfico para que as células do câncer de próstata se desenvolvam e cresçam. Em outras palavras, a próstata inteira está preparada e pronta para desenvolver o câncer de próstata, disparado por um ainda desconhecido processo biológico," resumiu o professor Daniel Brewer, coordenador da equipe.

Artigo: The architecture of clonal expansions in morphologically normal tissue from cancerous and non-cancerous prostates

Autores: Claudia Buhigas, Anne Y. Warren, Wing-Kit Leung, Hayley C. Whitaker, Hayley J. Luxton, Steve Hawkins, Jonathan Kay, Adam Butler, Yaobo Xu, Dan J. Woodcock, Sue Merson, Fiona M. Frame, Atef Sahli, Federico Abascal, Iñigo Martincorena, G. Steven Bova, Christopher S. Foster, Peter Campbell, Norman J. Maitland, David E. Neal, Charlie E. Massie, Andy G. Lynch, Rosalind A. Eeles, Colin S. Cooper, David C. Wedge, Daniel S. Brewer

Publicação: Molecular Cancer

Vol.: 21, Article number: 183

DOI: 10.1186/s12943-022-01644-3

Rio de Janeiro, 16 de outubro de 2022

Gustavo Benttenmuller  
Presidente da ATQ