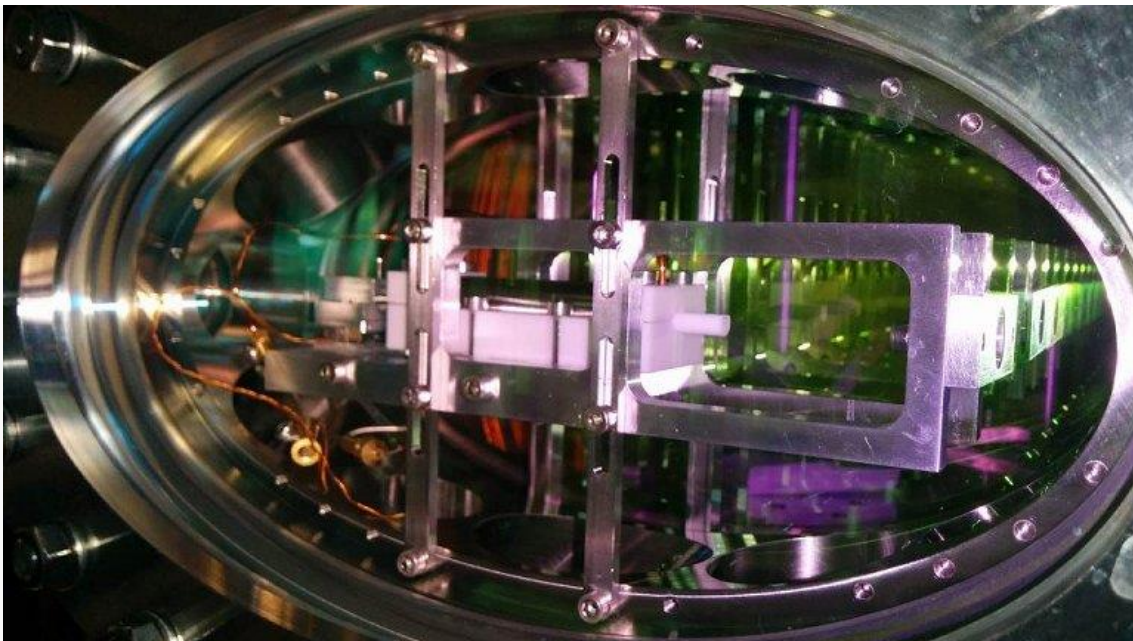




## Inovações Tecnológicas – NOVEMBRO 2020

São apresentadas as informações sobre Luz armazenada e transportada pela primeira vez, máquinas em nanoescala convertem luz em trabalho, brasileira cria robô para limpar águas contaminadas e pele eletrônica reage à dor como a pele humana, Reflitam e desfrutem.

### 1 – Luz é armazenada e transportada pela primeira vez



Átomos de rubídio-87 são transportados para a área de teste principal, uma câmara de vácuo feita sob medida. Depois de resfriados a temperaturas de apenas alguns microkelvins, eles são usados para transportar a luz.

[Imagem: Windpassinger Group]

#### 1.1 - Transporte de luz

Os físicos já haviam conseguido [transportar antimatéria](#), mas agora eles conseguiram um feito que é um verdadeiro marco na ciência: Eles transportaram a luz.

É claro que a luz pode ir a qualquer lugar na [velocidade máxima do Universo](#), mas aqui não se trata de disparar um pulso de luz: Wei Li e seus colegas da Universidade de Mainz, na Alemanha, armazenaram a luz em uma memória quântica, transportaram essa memória por uma distância de 1,2 milímetro e então capturaram de novo o pulso de luz que ficara guardado lá.

Eles demonstraram que o processo de transporte controlado e sua dinâmica têm um impacto pequeno nas propriedades da luz armazenada, permitindo a leitura dos dados armazenados nela.

Para isso, a equipe usou átomos do elemento rubídio 87 ultrafrios como meio de armazenamento para a luz, a fim de alcançar um alto nível de eficiência de armazenamento e uma longa vida útil dos pulsos luminosos.

"Por assim dizer, nós armazenamos a luz colocando-a em uma mala, só que no nosso caso a mala era feita de uma nuvem de átomos frios. Nós movemos esta mala por uma curta distância e depois retiramos a luz novamente. Isso é muito interessante não só para a física em geral, mas também para a comunicação quântica, porque a luz não é muito fácil de 'capturar', e se você quiser transportá-la para outro lugar de forma controlada, geralmente ela acaba sendo perdida," explicou o professor Patrick Windpassinger, coordenador da equipe.

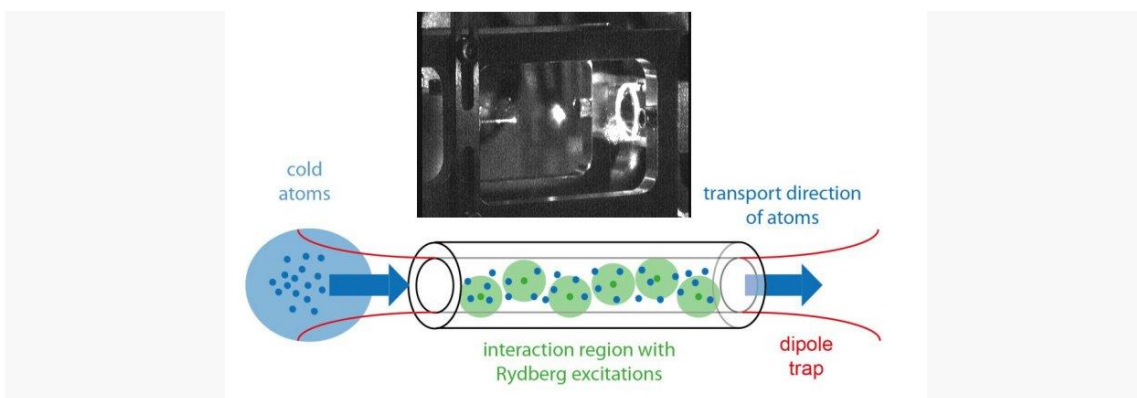
## 1.2 - Como transportar a luz

Usando uma técnica conhecida como [transparência induzida eletromagneticamente](#), pulsos de luz incidentes podem ser capturados e mapeados de forma coerente para criar uma excitação coletiva de átomos, que funcionam então como meio de armazenamento - uma memória.

Como o processo é reversível, a luz pode ser recuperada novamente com alta eficiência - de fato, esse processo já foi utilizado para [armazenar a luz por até 1 minuto](#), mas até agora sem tirá-la do lugar.

A equipe havia desenvolvido recentemente uma técnica que permite que conjuntos de átomos frios sejam transportados em uma espécie de "esteira" - uma correia transportadora para a luz -, criada por dois feixes de laser. A vantagem desse método é que um número relativamente grande de átomos pode ser transportado e posicionado com um alto grau de precisão sem perda significativa de átomos e sem que os átomos sejam acidentalmente aquecidos.

Eles agora conseguiram usar essa esteira óptica para transportar nuvens atômicas que servem como uma memória de luz. As informações inicialmente armazenadas na luz podem ser recuperadas posteriormente no local de destino.



Uma das técnicas desenvolvidas pela equipe consiste em usar fibras ópticas ocas como correia transportadora para a luz. No detalhe, o pulso de luz sendo transportado.

[Imagem: Windpassinger Group]

### 1.3 - Memória pista de corrida

A equipe pretende a seguir otimizar seu aparato experimental, na tentativa de desenvolver uma memória do tipo pista de corrida para a luz, com seções separadas de leitura e escrita - esse tipo de [memória, também conhecido como racetrack](#), só que para elétrons, vem sendo pesquisada há mais de uma década para substituir os discos rígidos.

Se funcionar com luz, uma memória pista de corrida pode não apenas ser muitíssimo mais rápida, mas também funcionar diretamente com qualquer tecnologia quântica ou fotônica.

A manipulação controlada e o armazenamento de informações quânticas - bem como a capacidade de recuperá-las - são pré-requisitos essenciais para a comunicação usando partículas elementares e para executar operações nos [computadores quânticos](#).

Por sua vez, as memórias quânticas ópticas, que permitem o armazenamento e a recuperação de informações transportadas pela luz, são essenciais para redes de comunicação quântica escalonáveis - por exemplo, essas memórias podem constituir blocos de construção de [repetidores quânticos](#) ou ferramentas em computação quântica linear.

#### Bibliografia:

Artigo: *Controlled transport of stored light*

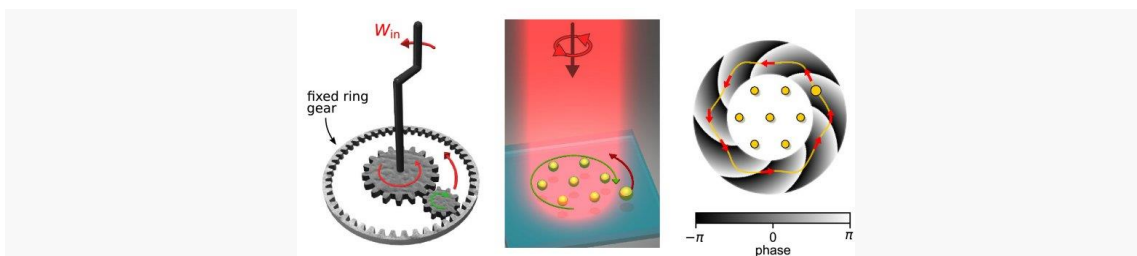
Autores: Wei Li, Parvez Islam, Patrick Windpassinger

Revista: Physical Review Letters

Vol.: 125, 150501, 8

DOI: 10.1103/PhysRevLett.125.150501

### 2 - Máquinas em nanoescala convertem luz em trabalho



É como uma engrenagem maior fazendo girar uma engrenagem menor (na verdade uma única partícula) - tudo mantido coeso e acionado pela luz.

[Imagem: Norbert F. Scherer/University of Chicago]

## 2.1 - Partículas são unidas por luz

Físicos desenvolveram uma nova [nanomáquina](#) capaz de converter luz laser em trabalho.

Essas máquinas alimentadas por luz se automontam e podem ser usadas para manipulação de cargas minúsculas para aplicações como [microfluídica](#), [biochips](#) e [classificação de nanopartículas](#).

"Nosso trabalho aborda uma meta de longa data na comunidade da nanociência de criar máquinas automontantes em nanoescala que possam realizar trabalhos em ambientes convencionais, como líquidos a temperatura ambiente," disse o professor Norbert Scherer, da Universidade de Chicago, nos EUA.

As nanomáquinas pertencem ao campo emergente da chamada [matéria óptica](#), na qual nanopartículas de metal são mantidas juntas pela luz, em vez das ligações químicas que unem os átomos que constituem a matéria típica.

"Tanto a energia para montar a máquina quanto a energia usada para fazê-la funcionar vêm da luz," disse Scherer. "Uma vez que a luz laser é introduzida em uma solução contendo nanopartículas, todo o processo ocorre por conta própria. Embora o usuário não precise controlar ativamente ou direcionar o resultado, isso pode ser feito prontamente para adaptar as máquinas para várias aplicações."

**2.2. - Matéria óptica** – Na matéria óptica, um campo de luz laser cria interações entre nanopartículas de metal que são muito menores do que o comprimento de onda da luz. Essas interações fazem com que as partículas se automontem em matrizes ordenadas. Este é um princípio semelhante ao das [pinças ópticas](#) e dos [raios tratores](#), nos quais a luz é usada para capturar e manipular partículas, moléculas biológicas e células.

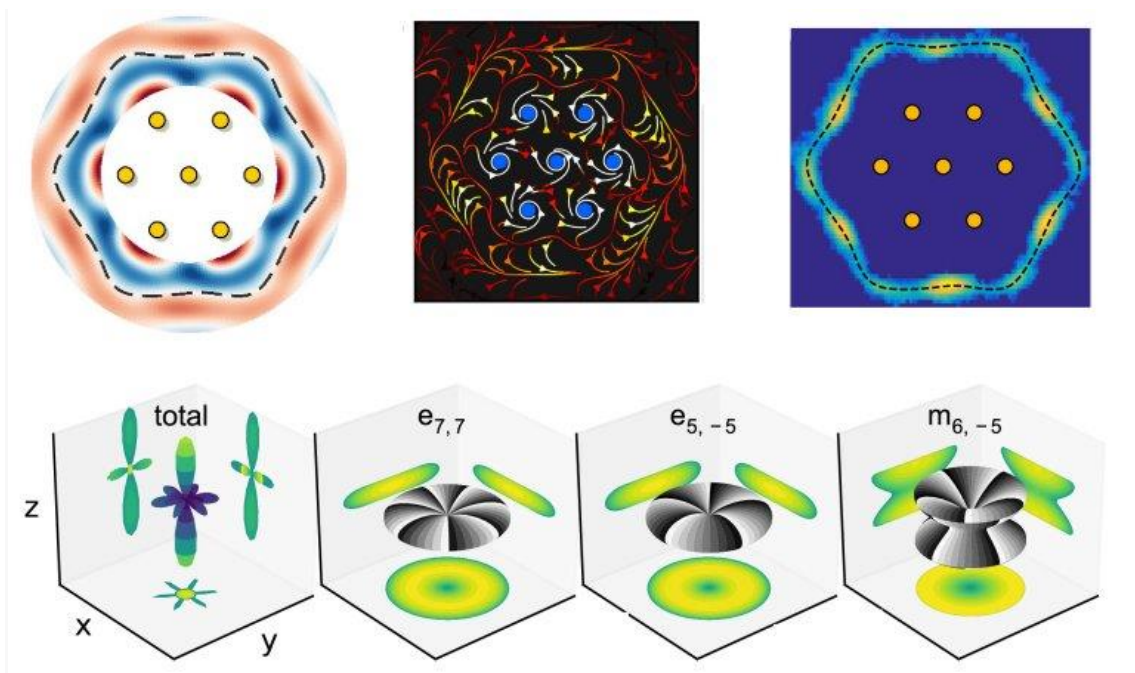
A equipe havia descoberto anteriormente que, quando a matéria óptica é exposta à luz polarizada circularmente, ela gira como um corpo rígido na direção oposta à rotação de polarização. Em outras palavras, quando a luz incidente gira para um lado, o objeto de matéria óptica responde girando para o outro, uma manifestação de "torque negativo".

Os pesquisadores então especularam que poderiam desenvolver uma máquina com base neste novo fenômeno.

Eles conseguiram criando uma máquina de matéria óptica que opera de forma muito semelhante a uma máquina mecânica baseada em engrenagens interligadas. Nessas máquinas, quando uma engrenagem é girada, uma engrenagem de intertravamento menor gira na direção oposta.

A máquina de matéria óptica usa luz polarizada circularmente de um laser para criar uma matriz de nanopartículas que atua como uma engrenagem maior. Esta engrenagem de matéria óptica converte a luz polarizada circularmente em momento

orbital, ou angular, um momento que força uma partícula próxima a orbitar a matriz de nanopartículas (a engrenagem) na direção oposta.



Assim como nas máquinas mecânicas convencionais, a eficiência da nanomáquina depende do número de "dentes" da engrenagem.

[Imagem: John Parker et al. - 10.1364/OPTICA.396147]

**2.3 - Eficiência da engrenagem acionada por luz** Os pesquisadores construíram duas nanomáquinas alimentadas por luz laser com comprimento de onda de 600 nanômetros e usando nanopartículas de 150 nanômetros de diâmetro depositadas em água. Eles descobriram que uma engrenagem feita de oito nanopartículas cria uma máquina mais eficiente do que uma engrenagem de sete nanopartículas, o que sugere que a eficiência da máquina pode ser alterada pela construção de engrenagens diferentes.

"Acreditamos que o que demonstramos, com mais refinamento, será útil em nanofluídicos e classificação de partículas," disse o pesquisador John Parker. "Nossas simulações mostram que uma máquina muito maior, feita de muito mais partículas, deve ser capaz de exercer mais potência para a partícula móvel, de modo que é um aspecto de refinamento que prevemos perseguir."

Bibliografia:

Artigo: Optical matter machines: angular momentum conversion by collective modes in optically bound nanoparticle arrays

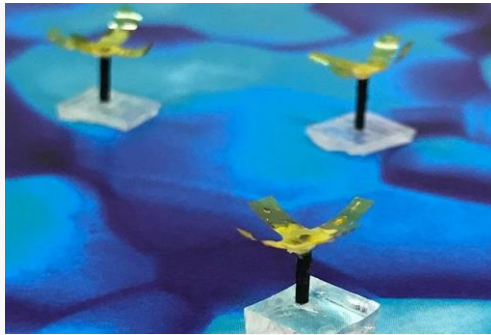
Autores: John Parker, Curtis W. Peterson, Yuval Yifat, Stuart A. Rice, Zijie Yan, Stephen K. Gray, Norbert F. Scherer

Revista: Optica

Vol.: 7 (10): 1341

DOI: 10.1364/OPTICA.396147

### 3 – Brasileira cria robô para limpar águas contaminadas



Protótipos do robô, que flutua em qualquer tipo de água - limpa, salgada ou suja.

[Imagem: EUT]

#### 3.1 - Robô responsivo

Inspirado em um pólipó de coral, este minirobô de plástico se move por magnetismo e luz.

Mas não é um plástico qualquer, é um [polímero responsivo](#), que muda de formato quando é iluminado ou exposto a um campo magnético externo.

A gaúcha Marina Pilz da Cunha, atualmente na Universidade Eindhoven de Tecnologia, nos Países Baixos, propõe usar esse conceito para capturar e transportar células vivas para análise no interior de [biochips](#), ou mesmo para capturar partículas contaminantes na água.

"Eu me inspirei pelo movimento dos pólipos de coral, especialmente por sua capacidade de interagir com o meio ambiente através de correntes criadas por eles mesmos," disse Marina. O caule dos pólipos vivos produz um movimento específico que cria uma corrente que atrai as partículas de alimentos flutuantes.

O pólipó artificial sem fio mede 1 por 1 cm, possui uma haste com tentáculos macios e apresenta uma responsividade dupla: ele reage ao [magnetismo](#) ou à luz.

"A combinação de dois estímulos diferentes é rara, uma vez que requer preparação e montagem delicadas do material, mas é interessante para a criação de robôs sem cabos porque permite realizar alterações complexas de formato," explicou Marina.



### 3.2 - Movimentos com luz ou magnetismo

Para fazer os tentáculos se moverem, basta iluminá-los. Diferentes comprimentos de onda levam a resultados diferentes. Por exemplo, os tentáculos "agarram" sob a influência da luz UV, e "liberam" com luz azul.

E, ao colocar um ímã rotativo embaixo do robô, sua haste gira em torno do próprio eixo. "É, portanto, realmente possível mover objetos flutuantes na água em direção ao pólip, no nosso caso gotículas de óleo," contou Marina.

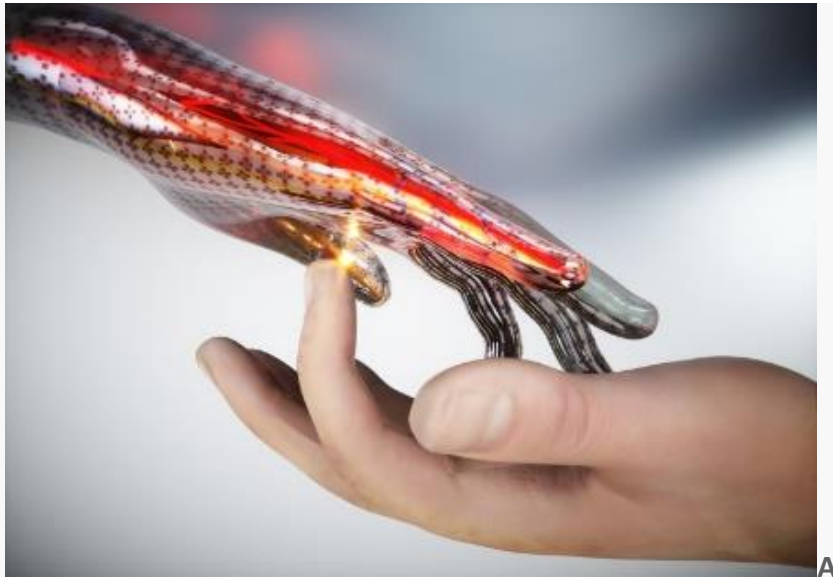
Uma vantagem adicional é que o robô opera independentemente da composição do líquido em que está mergulhado. Isso é único, porque o material responsivo a estímulos dominante usado atualmente em aplicações subaquáticas, os hidrogéis, são sensíveis ao meio ambiente. Os hidrogéis, portanto, se comportam de maneira diferente na água contaminada.

"Nosso robô também funciona da mesma maneira em água salgada ou com contaminantes. De fato, no futuro, o pólip poderá filtrar os contaminantes da água capturando-os com seus tentáculos," vislumbra a pesquisadora.

#### Bibliografia:

Artigo: *An artificial aquatic polyp that wirelessly attracts, grasps, and releases objects*  
 Autores: Marina Pilz da Cunha, Harkamaljot S. Kandail, Jaap M. J. den Toonder, Albert P. H. J. Schenning  
 Revista: Proceedings of the National Academy of Sciences  
 DOI: 10.1073/pnas.2004748117

## 4 - Pele eletrônica reage à dor como a pele humana



A inovação foi possível com a integração de três tecnologias que vêm sendo desenvolvidas independentemente.

[Imagem: Ella Maru Studio]

### 4.1 - Pele artificial que sente dor

Pesquisadores australianos construíram uma [pele artificial eletrônica](#) que reage à dor da mesma forma que a pele humana, abrindo caminho para melhores próteses, robótica mais inteligente e alternativas não invasivas aos enxertos de pele.

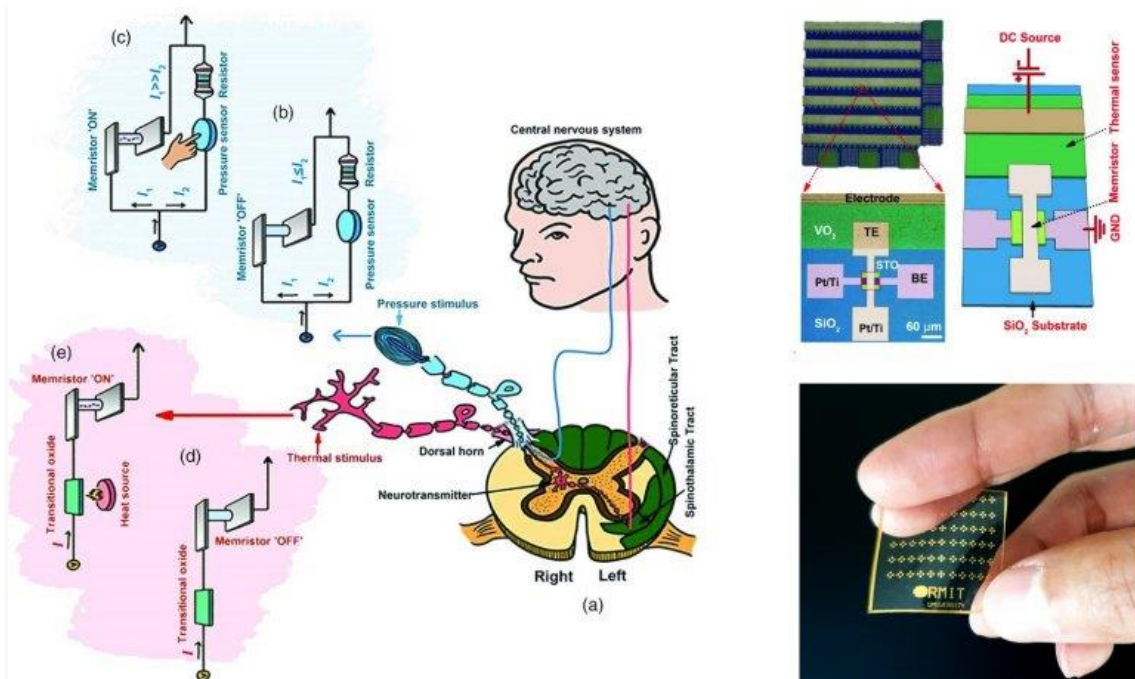
O dispositivo imita a resposta de *feedback* quase instantânea do corpo, reagindo eletronicamente a sensações dolorosas com a mesma velocidade com que os sinais nervosos chegam ao cérebro.

"Nenhuma tecnologia eletrônica foi capaz de imitar de forma realista aquela sensação de dor tão humana - até agora. Nossa pele artificial reage instantaneamente quando a pressão, o calor ou o frio atingem um limiar doloroso. É um passo crítico rumo ao futuro desenvolvimento de sistemas sofisticados de *feedback* que precisamos para viabilizar próteses verdadeiramente inteligentes e robótica inteligente," disse o professor Madhu Bhaskaran, da Universidade RMIT.

Além do protótipo de detecção de dor, a equipe também desenvolveu dispositivos que usam eletrônicos extensíveis - que podem esticar e encolher - que podem detectar e responder a mudanças de temperatura e pressão.

Com desenvolvimentos adicionais, a pele artificial extensível também poderá se tornar uma opção para enxertos de pele não invasivos, onde a abordagem tradicional não é viável ou não funciona.

"Precisamos de mais desenvolvimento para integrar esta tecnologia em aplicações biomédicas, mas os fundamentos - biocompatibilidade, elasticidade semelhante à da pele - já estão postos," disse Bhaskaran.



Esquema dos sensores e foto do protótipo (direita).

[Imagem: Md. Ataur Rahman et al. - 10.1002/aisy.202000094]

#### 4.2 - Como fazer pele eletrônica

A nova pele eletrônica foi possível com a combinação de três tecnologias desenvolvidas pela equipe:

- Eletrônica extensível, ou de esticar, resultante da combinação de materiais óxidos com silício biocompatível, criando circuitos eletrônicos transparentes, inquebráveis e vestíveis tão finos quanto um adesivo - essa tecnologia também é conhecida como [tatuagem eletrônica](#).
- Revestimentos termorresponsivos, ou reativos à temperatura: Películas que se autoajustam em resposta ao calor, 1.000 vezes mais finas do que um fio de cabelo humano.
- Memórias neuromórficas: São células de memória eletrônica conhecidas como [memoristores](#), que imitam a maneira como o cérebro registra e troca informações por meio de sinapses.

O protótipo do sensor de pressão combina componentes eletrônicos extensíveis e células de memória neuromórficas, o sensor de calor reúne os revestimentos reativos à temperatura e as memórias, enquanto o sensor de dor integra todas as três tecnologias.

"Embora algumas tecnologias existentes tenham usado sinais elétricos para imitar diferentes níveis de dor, estes novos dispositivos podem reagir à pressão mecânica

real, temperatura e dor, e fornecer a resposta eletrônica correta. Isso significa que nossa pele artificial sabe a diferença entre tocar suavemente um alfinete com o dedo ou se furar acidentalmente com ele - uma distinção crítica que nunca foi alcançada antes eletronicamente," disse o pesquisador Ataur Rahman.

**Bibliografia:**

Artigo: *Artificial Somatosensors: Feedback Receptors for Electronic Skins*

Autores: Md. Ataur Rahman, Sumeet Walia, Sumaiya Naznee, Mohammad Taha, Shruti Nirantar, Fahmida Rahman, Madhu Bhaskaran, Sharath Sriram

Revista: *Advanced Intelligent Systems*

DOI: 10.1002/aisy.202000094

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