

# Robótica

J. A. M. Felipe de Souza

## 10. - Nanorobótica

Nanotecnologia.  
Nanorobótica.  
Nanomedicina.

*(incompleto)*



## Nanorobótica

### Nanotecnologia.

O termo “*nanotecnologia*”, formado pelo prefixo *nano* (do grego “*anão*”) que equivale a um bilionésimo ( $10^{-9}$ ) de alguma coisa, mais a palavra *tecnologia*, indica a utilização da tecnologia em escala *nanométrica*, ou a *nanoescala*.

Um nanómetro equivale a um bilionésimo do metro

$$1\text{nm} = 0,000000001\text{m} = 10^{-9}\text{m},$$

e corresponde a um ponto especial na escala natural de comprimentos, pois é nessa dimensão que os menores dispositivos construídos pelo homem começam a se comparar com o tamanho de átomos e moléculas criados pela natureza.

Para se ter uma ideia da ordem de grandeza dessas estruturas, um nanómetro é igual a  $10^{-9}$  metros; os átomos são cerca de 1/10.000 do tamanho de uma bactéria, e uma bactéria é 1/10.000 do tamanho de um mosquito!

Nessa escala a matéria pode mudar as suas propriedades físicas e químicas, como por exemplo a cor, a condutividade eléctrica e a resistência.

Nesta perspectiva se mistura o limite entre o vivo e o não-vivo: tudo é feito de átomos. É a desapareição do intervalo, da distância entre o inanimado e o animal, entre o vivo e o não-vivo.

Seria, vamos dizer assim, o término do vitalismo, pois até certo tempo atrás se acreditava que havia uma diferença de essência, de natureza, entre o ser vivo e o não-vivo.

Como se o primeiro tivesse algo a mais, uma alma, alma, substância, força vital que o distinguia dos demais seres inanimados. Tal distinção teve variadas inflexões ao longo da história.

Os seres vivos não se distinguem substancialmente, ou seja, por sua constituição, por aquilo de que são feitos, dos seres não-vivos. Não há nos primeiros nenhuma matéria a mais, nenhuma matéria distinta daquela que constitui os não-vivos. Na verdade, tudo o que existe aqui é poeira de estrelas.

O *Prof. Feynman* estabeleceu uma das pedras fundamentais para o advento da *nanotecnologia*.

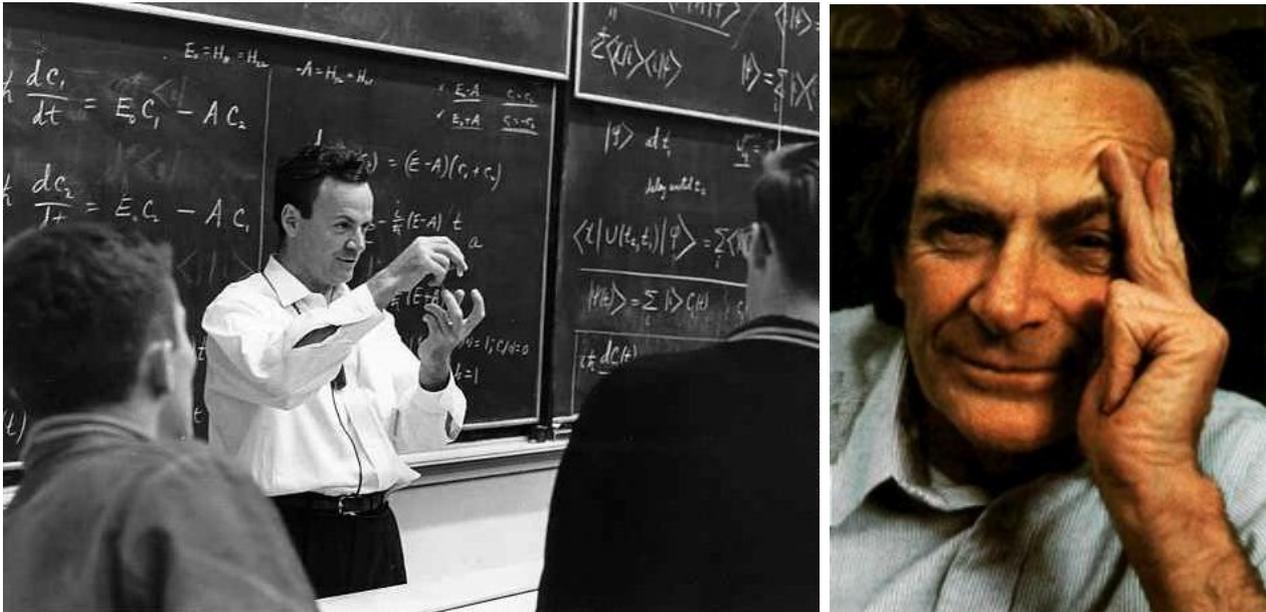


Fig. 1 - *Prof. Richard Feynman* (1918 - 1988).

O *Prof. Richard Feynman* (1918 - 1988) nasceu em Nova Iorque e foi um dos mais influentes físicos americanos do século XX.

*Prof. Feynman* ganhou muitos prêmios na sua vida, entre eles: o prêmio Albert Einstein (1954), o prêmio Lawrence (1962) e o Prêmio Nobel de Física de 1965 pelo seu trabalho em electrodinâmica quântica.

O *Prof. Feynman* estudou no MIT (Massachusetts Institute of Technology) e depois se doutorou na Universidade de Princeton.

Como professor trabalhou nas Universidades de Princeton, de Cornell e no Instituto de Tecnologia da Califórnia (California Institute of Technology).

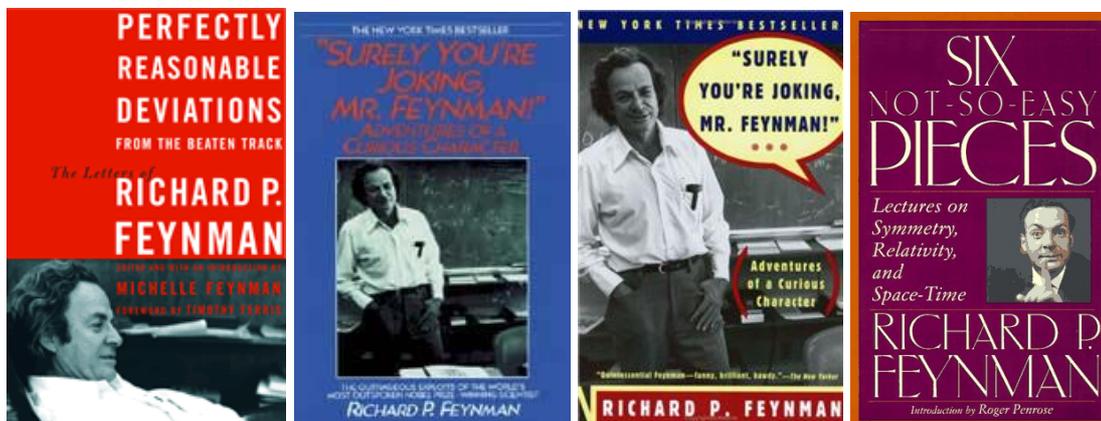


Fig. 2 - Alguns livros do *Prof. Feynman*.

Ele escreveu vários livros e fez muitas palestras e seminários que popularizaram a ciência da Física.

Em 1959, o *Prof. Feynman* disse, através de palestras e do texto "There's Plenty of Room at the Bottom":

*"Os princípios da Física, como eu os entendo, não negam a possibilidade de manipular as coisas átomo por átomo.*

*Os problemas da química e da biologia poderiam evitar-se se desenvolvemos a nossa habilidade para ver o que estamos fazendo, para então fazermos coisas ao nível atômico".*

De facto, para dar uma imagem mais concreta, *Feynman* apresentou o seguinte exemplo: utilizando-se um círculo de uma superfície de 1000 átomos por ponto de impressão, seria possível imprimir todas as páginas da Enciclopédia Britânica sobre a cabeça de um alfinete.

																	H	He			
Li	Be																C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Ac																			
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
		Th	Pa	U																	

Fig. 3 - A tabela periódica dos elementos químicos foi criada pelo químico russo Dmitri Ivanovich Mendeleev e publicada em 1869 em seu livro *Princípios da Química*.

Os átomos cujos símbolos estão em vermelho na tabela periódica da Fig. 3 são aqueles cuja importância prevista para as concepções em *nanotecnologia* é maior: *Hidrogénio* (H), *Carbono* (C), *Azoto* ou *Nitrogénio* (N), *Oxigénio* (O), *Flúor* (F), *Silício* (Si), *Fósforo* (P), *Enxofre* (S) e *Cloro* (Cl).

Os outros elementos podem também vir a ser utilizados mas com menor frequência.

## Nanorobótica.

Em 1986 um estudante do MIT (Massachusetts Institute of Technology), *Eric Drexler* (1955 - ), insinuou a possibilidade de criar sistemas de engenharia a nível molecular.

*Eric Drexler* publicou em um livro com o título de "Os motores da criação" (*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*), considerado como um clássico de este novo mundo.



Fig. 4 - *Eric Drexler* e seu livro "*Engines of Creation*".

A nanotecnologia fala de máquinas pequenas ao extremo do invisível, *nanorobôs*, capazes de construir edifícios, deter enfermidades, produzir alimentos e a combater nas guerras.

*Drexler* diz: "Tudo tem a ver, com a forma como estão ordenados os átomos".

"Carbono e diamantes, areia e os processadores de computadores, cancro e tecido são: através da história, as variações na ordem dos átomos têm diferenciado o barato do caro, o sadio do enfermo".

Em outro livro intitulado "*Nanosystems*" (*Nanosistemas*), Drexler analisa, entre outros, os problemas ligados à agitação térmica dos átomos.

O calor não é outra coisa senão a vibração mais ou menos forte dos átomos. Quanto maior o calor, mais intensamente vibram os átomos.

Podemos, portanto, acreditar que um aparelho feito de alguns átomos ligados entre si, como o eixo mencionado anteriormente, não quebra, ou funciona mal, à temperatura ambiente.

*Drexler*, seguido por outros pesquisadores, calculou, portanto, as forças que se exercem em tais sistemas.

De facto, os programas computacionais para criação de moléculas foram muito melhorados com esse objectivo, e permitem simular as interacções entre os átomos, a estabilidade da estrutura, etc.

Seria possível se fabricar assim auto estradas ou televisores. Também seria possível eliminar a contaminação do ambiente com micro-máquinas projectadas para “absorvê-las”, e criar alimento, carros que podem mudar de forma, processos automáticos de limpeza de corporal, drogas artificiais, livros, etc.

Os nanorobôs seria capaz de reparar tubulações e, naturalmente, gerar uma nova fronteira de aplicações médicas, incluindo a regeneração de tecidos do corpo humano.

Uma equipa de investigadores da Universidade de Nova Iorque deu um passo importante para a construção de uma máquina controlável mais robusta de ADN, o material genético de todos organismos vivos.

Construído de moléculas sintéticas de ADN, o dispositivo melhora outros previamente desenvolvidos de ADN em nano escala porque permite um movimento melhor controlado dentro de moléculas maiores de ADN.

Os investigadores dizem que esse novo artifício pode ajudar construir a fundação para o desenvolvimento de máquinas sofisticadas numa escala molecular, finalmente desenvolvendo-se ao desenvolvimento de nanoautómatos que pode algum dia construir novas moléculas, circuitos de computador ou lutar contra doenças infecciosas.

Muitas empresas já entraram neste mercado da nanotecnologia, como por exemplo: a Dupont, IBM, Hewlett-Packard, Toyota, Mitsubishi, L'Oréal, BASF, etc.

Os *nanorobôs* a serem criados por estas companhias serão máquinas pequenas ao extremo do invisível. Pela Fig. 5 podemos imaginar como seria uma máquina muito menor que o nosso dedo. Mas estas ainda são grandes para o que a *Nanorobótica* pretende atingir.



Fig. 5 - Máquinas pequenas ao extremo do invisível.

O objectivo é que o tamanho dos *nanorobôs* deverão se comparar com o tamanho de átomos e moléculas, ou seja da ordem de grandeza de  $10^{-9}$  metros. Daí se origina o nome de “*nano*”, conforme explicado no início do capítulo.

## Nanomedicina.

A *nanomedicina* e os *nanorobôs* são uma alternativa de tratamento e diagnóstico que será realidade dentro de 10 a 15 anos.

Considere inicialmente o seguinte exemplo: imagine dispositivos minúsculos (Fig. 6), que serão na realidade *nanosensores*, para o controlo do estado da saúde pela *tele transmissão*.



Fig. 6 - Dispositivo para a protecção da saúde de uma pessoa. Controlo do estado da saúde pela *tele transmissão*.

Esses dispositivos poderão estar localizados nos óculos, numa pulseira, nos brincos ou num colar.

Eles captarão os sinais de interesse *fisio-patológicos* da pessoa e transmitirão telematicamente para um Centro Médico.

Com a observação do comportamento destes dados o computador do Centro Médico analisará continuamente o estado de saúde da pessoa emitindo um *diagnóstico permanente não invasivo e em tempo real*.

Outro exemplo: *nanorobôs* hipotéticos que examinarão e limparão a superfície de um dente (Fig. 7).

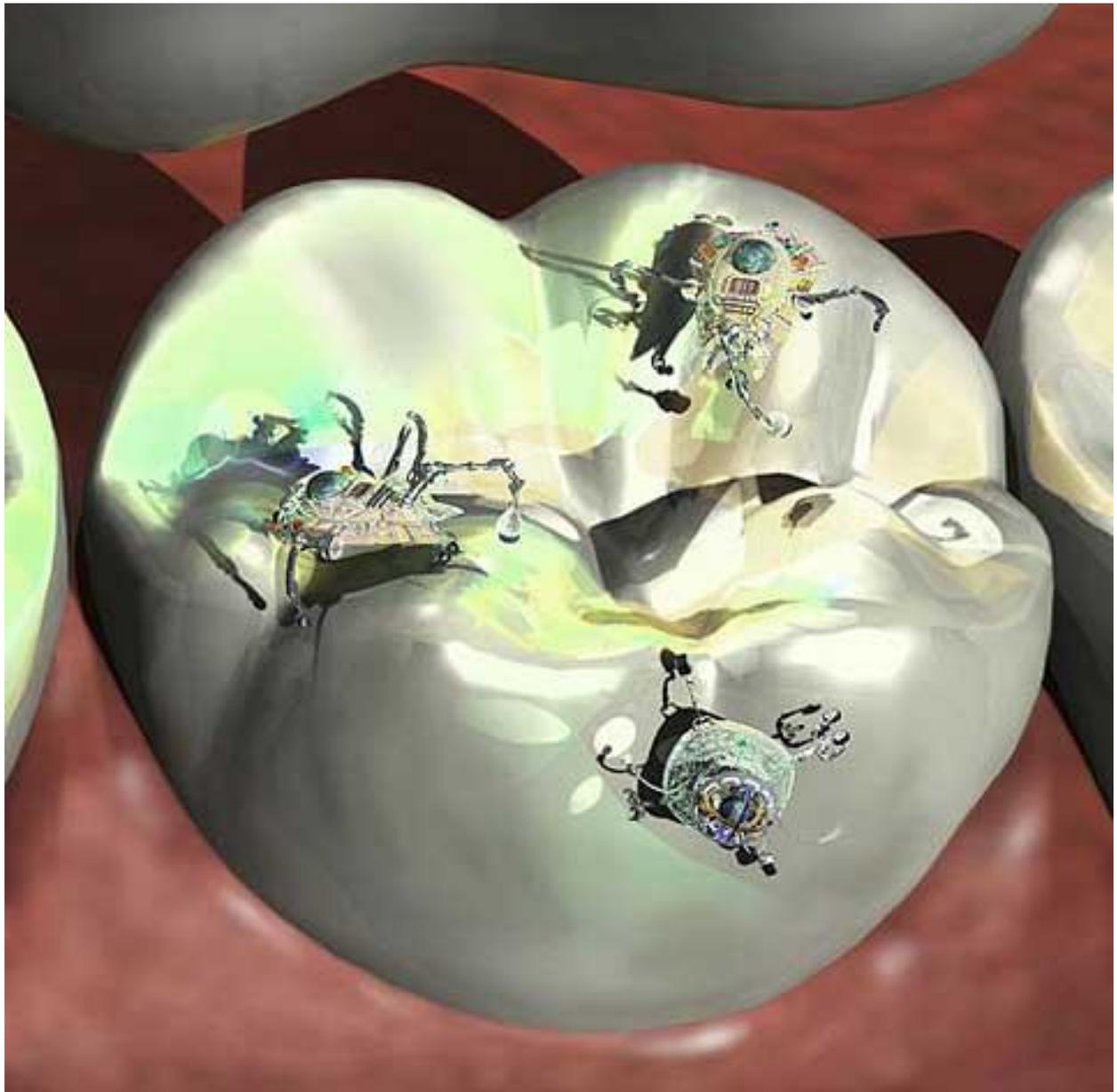


Fig. 7 - Três *nanorobôs* hipotéticos examinam e limpam a superfície de um dente.

Mas estes exemplos são de máquinas (*robôs*) que embora pequenos comparados com os *robôs* o que temos hoje em dia, são ainda grandes para o que a *Nanorobótica* pretende atingir.

Os exemplos acima nem deveriam ser chamados de *nanorobôs* pois não têm ainda a ordem de grandeza de  $10^{-9}$  metros.

Um *nanorobô* terá proporções microscópicas, com tamanho seis vezes menor que um glóbulo vermelho, isto é, *robôs* de dimensões comparáveis a de bactérias.

Acredita-se que *Nanorobótica* será em breve possível devido aos avanços em *nanotecnologia* e *nanosistemas*, ou seja, de áreas como:

- a electrónica em escala molecular que permite o desenvolvimento de *sensores* e *motores accionadores* em *nanoescala*;
- os *nanoprocessadores*;
- a *computação bio-molecular* que permite o processamento de tarefas lógicas por *bio-computadores*;
- os *bio-sensores*; e
- os *nano dispositivos cinéticos* que permitirão locomoção dos *nanorobôs*.

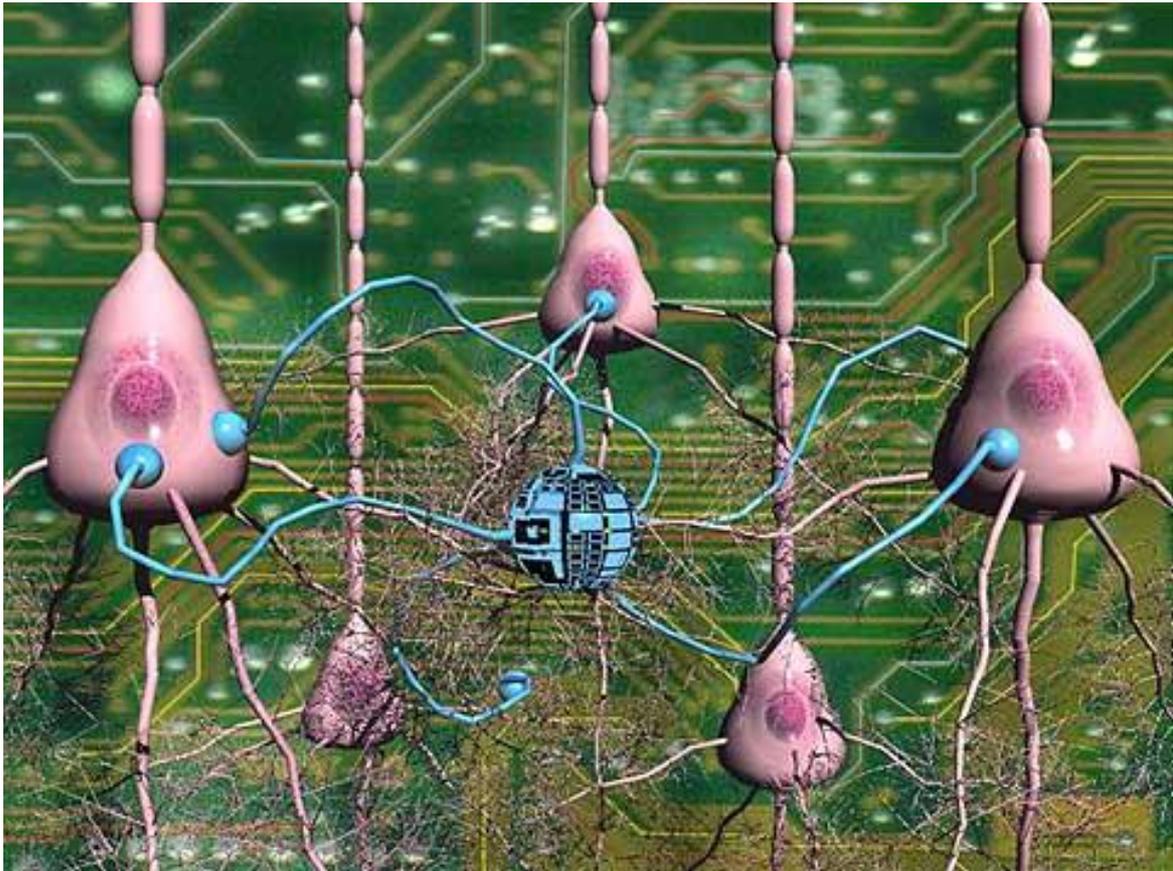


Fig. 8 - *Nanorobô* hipotético acelerador de neurónios para tratamento de Mongolismo.



Fig. 9 - *Nanorobô* na corrente sanguínea.

Alguns exemplos de uso de *nanorobôs*:

- *nanorobôs* capazes de penetrar no corpo humano para combater infecções;
- *nanorobôs* capazes de destruir vírus e bactérias;
- *nanorobôs* capazes de desobstruir artérias;
- *nanorobôs* capazes de destruir células cancerígenas;
- *nanorobôs* capazes de libertar medicamentos onde eles são necessários, ou seja, disponibilizar drogas e fármacos ao nível de células;
- *nanorobôs* capazes de alterar o código genético para impedir doenças genéticas.

A associação da *nanotecnologia* com o mapeamento do genoma humano (código genético) deverá resultar em enormes progressos na área.

Mas a **Nanorobótica** também permitirá a criação de organismos (*nanorobôs*) capazes de combater a poluição de maneira mais eficaz.

Mas acima de tudo os *nanorobôs* terão múltiplas aplicações realizando **cirurgias** minimamente invasivas.

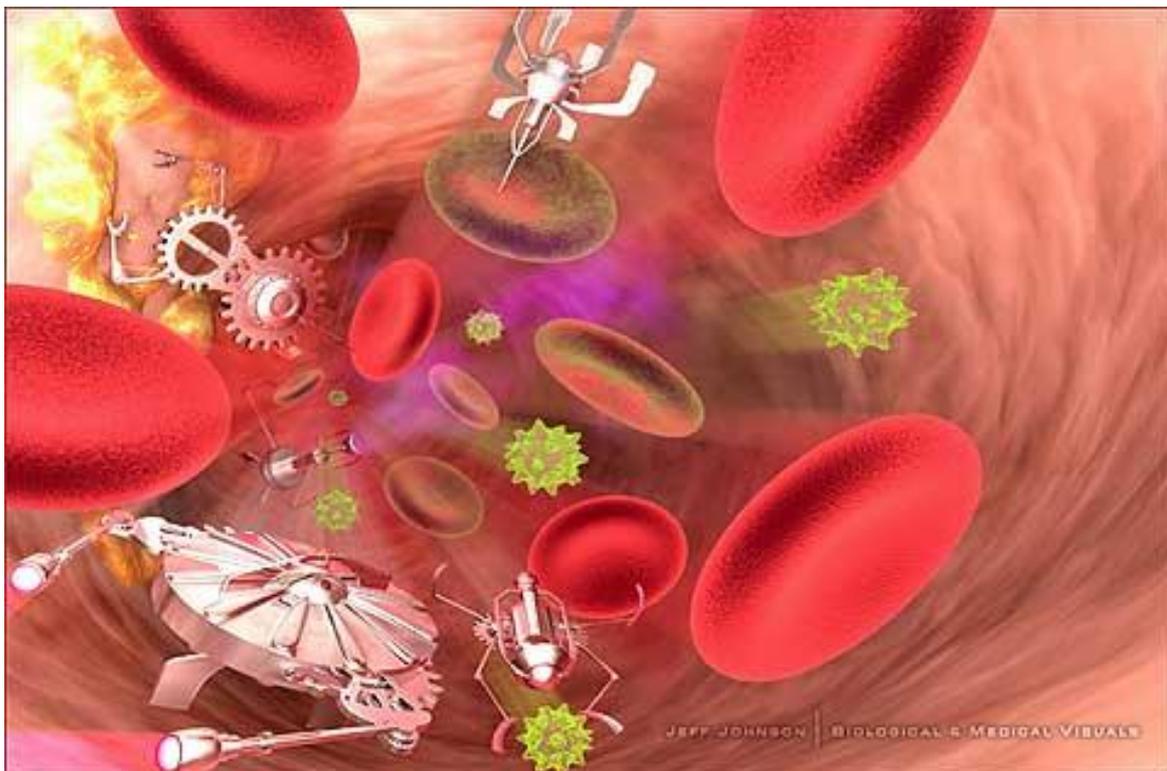


Fig. 10 - *Nanorobôs* médicos navegando na corrente sanguínea.

Por exemplo: a Universidade de Telavive, em Israel, desenvolve *nanorobôs* para a resolução de problemas cardiovasculares.

Os *nanorobôs* actuarão dentro dos vasos sanguíneos que circundam o coração fazendo o desentupimento de artérias, substituindo processos cirúrgicos.

Esses *nanorobôs* serão injectados na corrente sanguínea através de uma agulha.

Estes *nanorobôs cirurgiões* poderão operar de forma *autónoma*, *pré-programados* para a tarefa ou então *tele operados* por um médico cirurgião.

Um outro exemplo: o *Instituto de Produção Molecular*, da Califórnia, nos EUA trabalha na construção de *nanorobôs* aplicados ao combate de diabetes.

Esses *nanorobôs* serão guiados até a medula óssea, capturarão células tronco e as levarão até o pâncreas, órgão responsável pela produção de insulina no corpo humano.

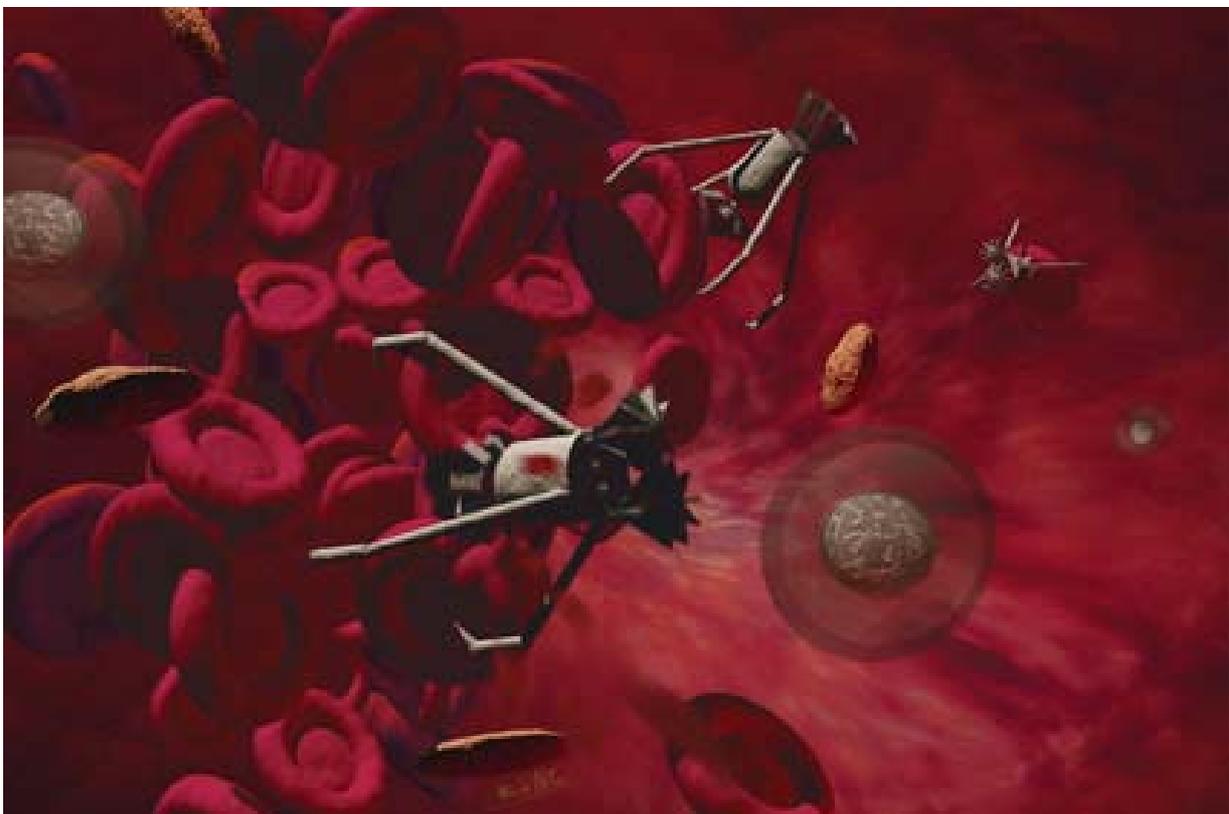


Fig. 11 - *Nanorobô cirurgião* cuidadosamente remove um coágulo de sangue de uma veia obstruída.

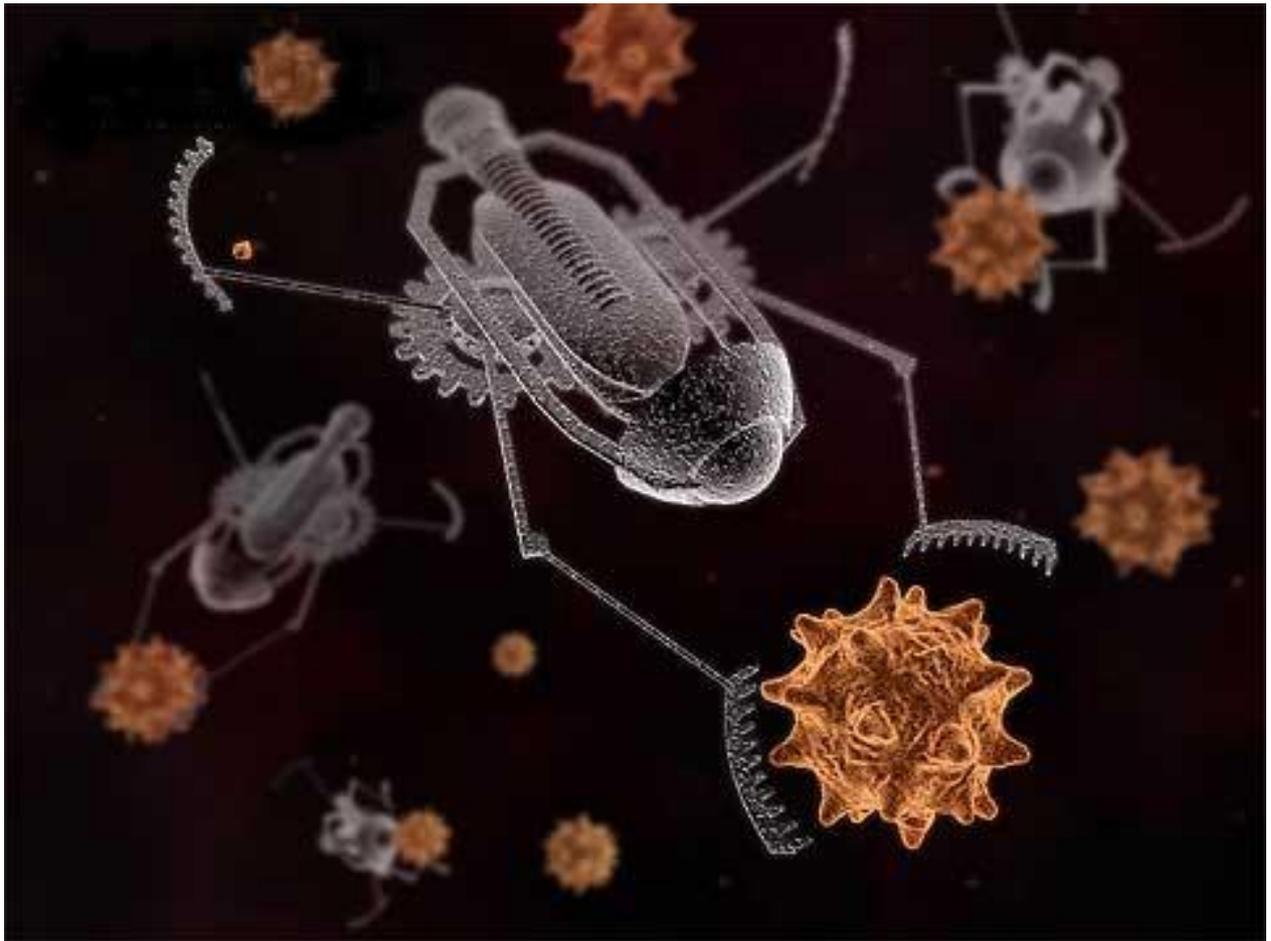


Fig. 12 - *Nanorobôs* com a missão de caçar vírus.

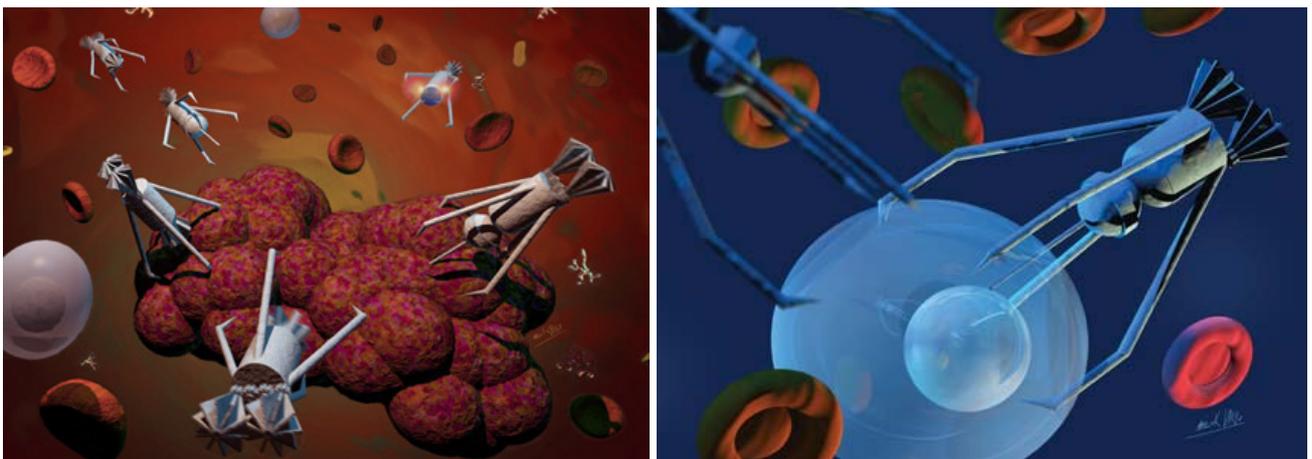


Fig. 13 - *Nanorobôs* numa delicada cirurgia para remover um tumor canceroso. Enquanto um *nanorobô* injecta toxina, outro *nanorobô* corta fundo o tumor e um terceiro *nanorobô* com uma câmara manda as imagens de vídeo da cena para o cirurgião e toda equipa médica.



Fig. 14 - *Nanorobô* aproxima-se de uma célula doente cancerosa e elimina-a.

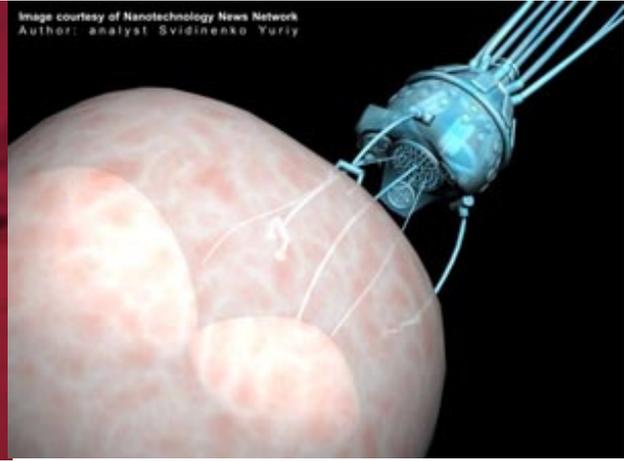


Fig. 15 - *Nanorobô* operando em uma cirurgia a nível de célula.