

ATAQUE VIRAL

NO. 1



A História do Incrível Sistema de Defesa do Seu Corpo

Índice

Prólogo.....	1
A História do Ataque Viral	2
A História Por Trás das Cenas	
Vírus.....	10
Células Epiteliais	13
Macrófagos	15
Linfócitos T.....	17
Citotoxinas.....	20
Linfócitos B	20
Células de memória.....	22
Glossário.....	24
Créditos.....	25

Sholly Fisch

Roteiro original

Kelly Dolezal

A História Por Trás das Cenas

Sabine Deviche

Ilustrador

James Baxter & Sabine Deviche

Colorização

Vinnycius Pereira Almeida

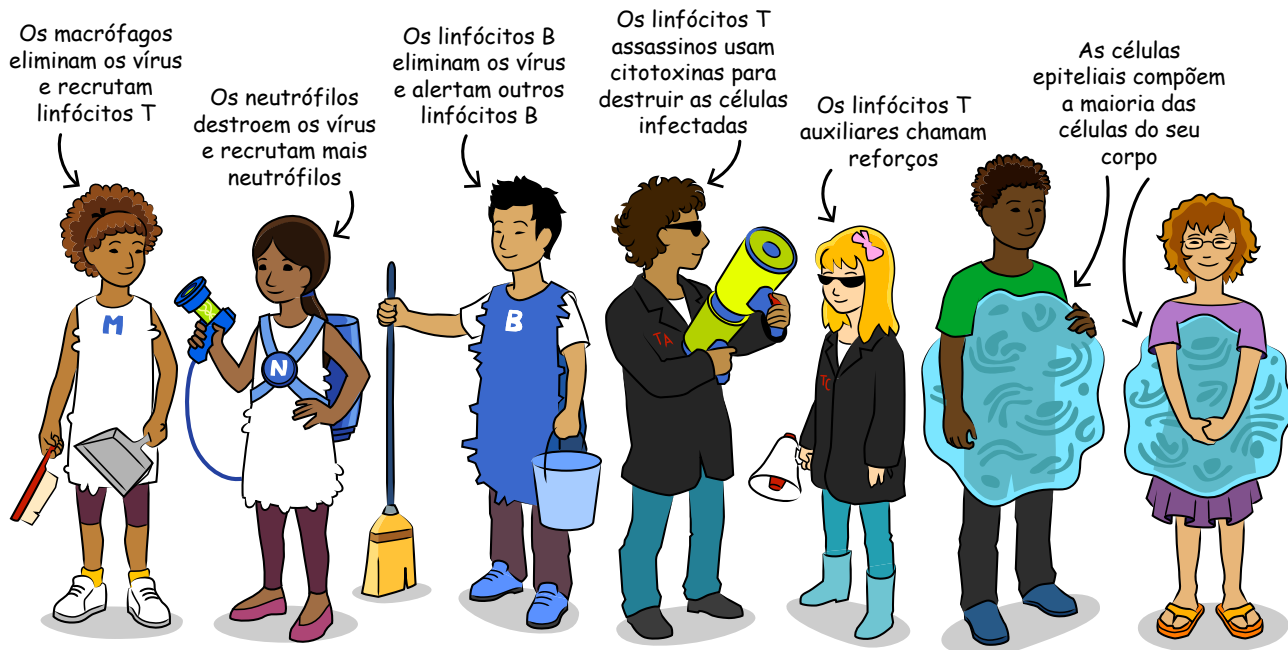
Rodrigo Arcoverde Cerveira

Tradução

Versão digital

<http://askabiologist.asu.edu/ataque-viral-p>

Ataque viral está impresso em papel certificado pelo FSC.



Prólogo

Existem batalhas que são travadas todos os dias ao redor do mundo. As forças invasoras são os vírus e as bactérias. Se não fossem combatidos, eles assumiriam o controle e destruiriam todas as células!

É tarefa do sistema de defesa combater e destruir essas forças invasoras. O nosso [sistema imune](#) é o responsável por essa proteção. Uma série de células especializadas no nosso corpo está preparada para atacar vírus e bactérias indesejados. Essas células em conjunto são capazes de detectar e destruir vírus invasores e fazer com que o nosso corpo volte a funcionar normalmente.

Personagens

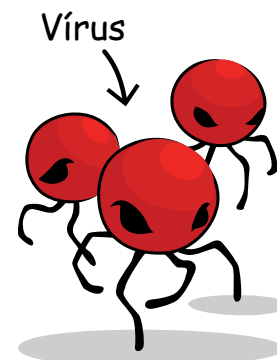
Esta história tem jovens atuando como células que combatem infecções no nosso corpo. Cada célula tem um papel especial para ajudar o nosso corpo a funcionar bem e combater infecções. Como você vai ver, há vários tipos de células diferentes que trabalham juntas nessas missões visando eliminar vírus e bactérias, por exemplo.

Aprenda mais

Este botão informa que você pode aprender mais sobre este tema na história por trás das cenas.

Glossário

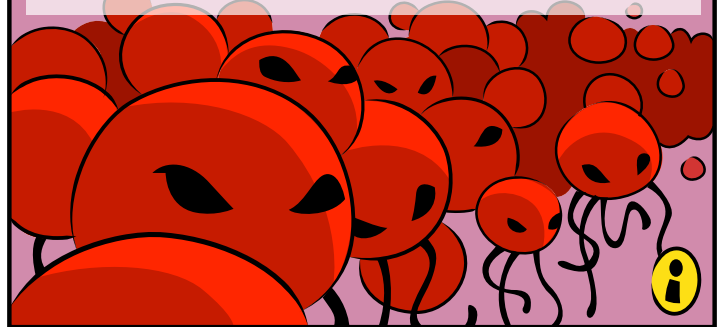
Se você encontrar uma palavra que não conhece em [azul](#), descubra o que ela significa consultando as Palavras Importantes na página 24.



Nossa história começa com uma garganta inflamada, aquele tipo em que ela fica vermelha e dolorida quando você engole.



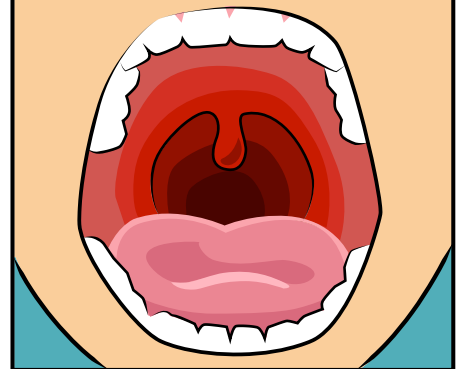
O ataque começa quando um único vírus invade uma célula, se multiplica e origina um exército inteiro. Se não combatidos, eles dominam e destroem todas as células.



É tarefa do sistema de defesa combater e vencer essas forças.



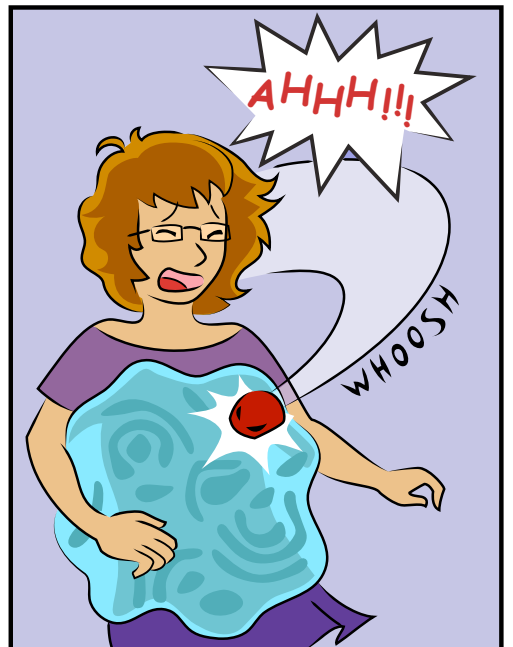
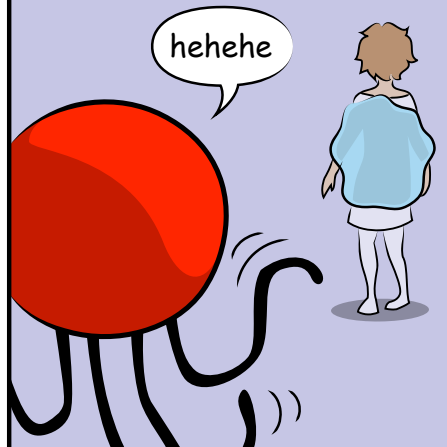
Vamos ver como essas células especializadas que são parte do sistema imune trabalham juntas e fazem com que o nosso corpo volte a funcionar normalmente.

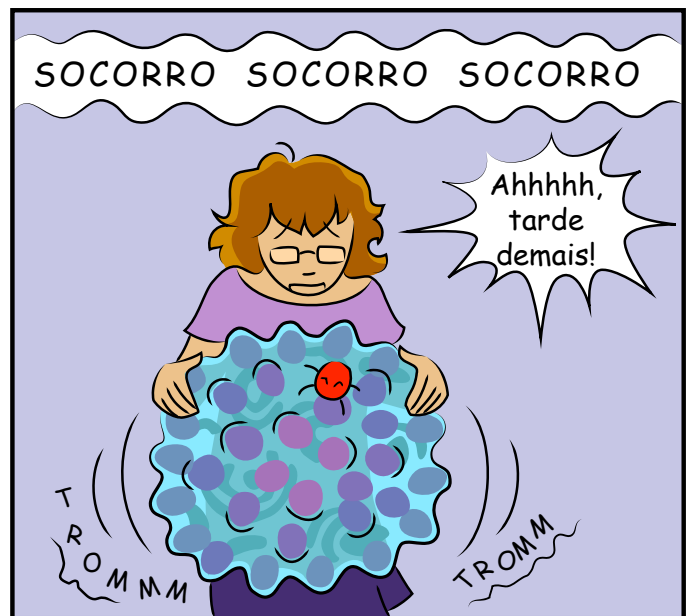
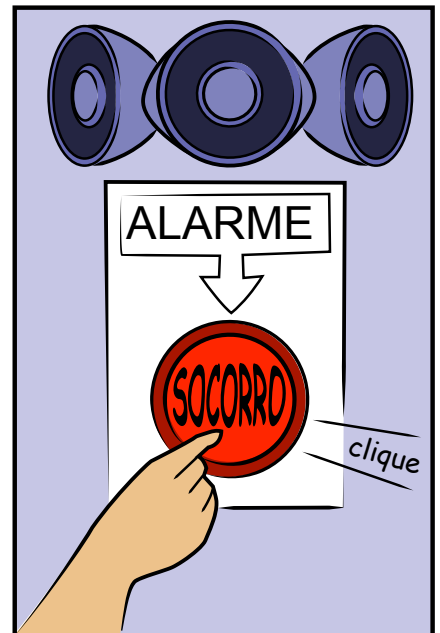
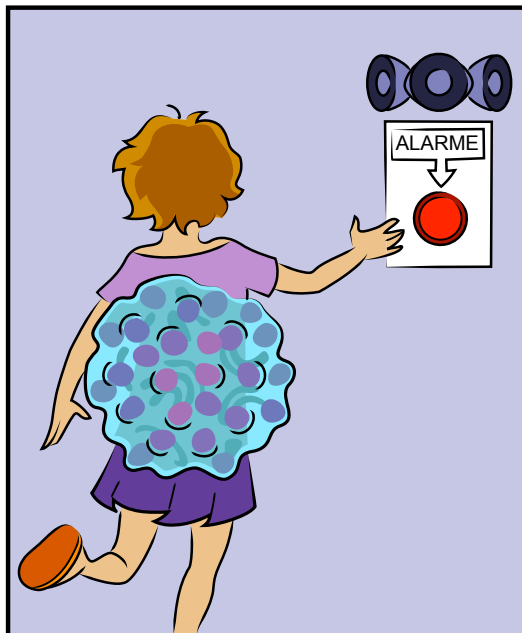


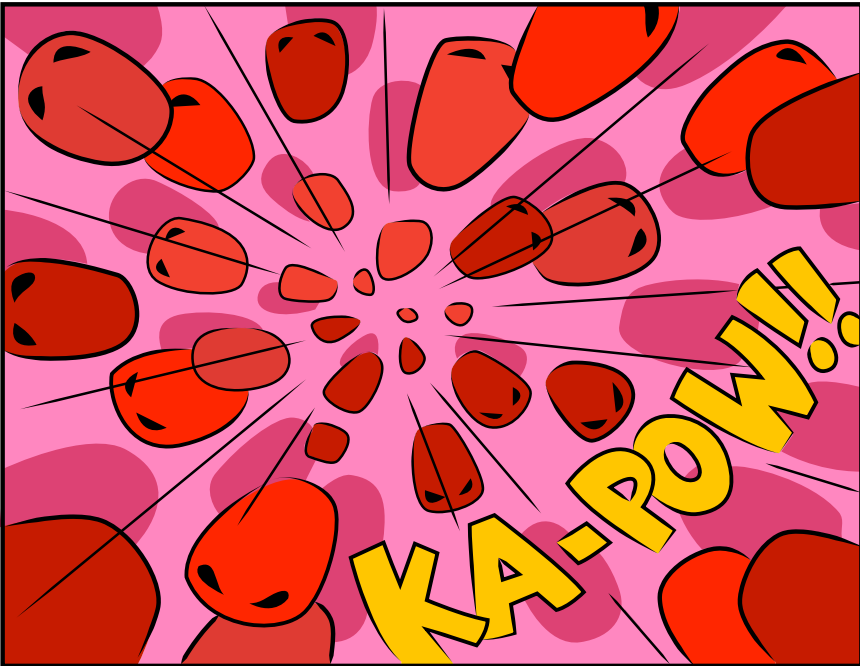
O nosso corpo tem vários tipos de células. Entre elas, um tipo especial são as células epiteliais.

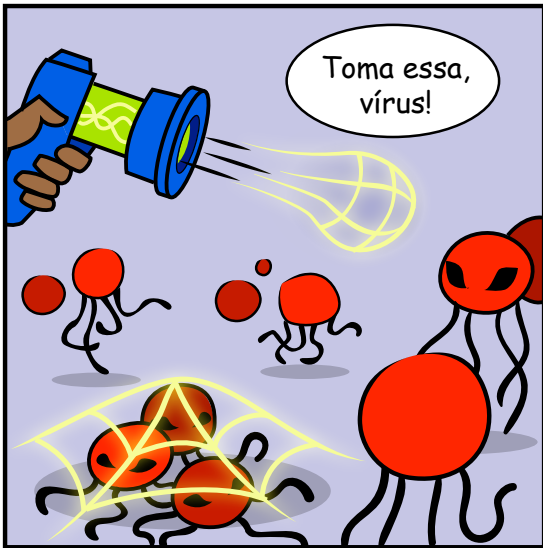


Essa célula epitelial aqui está feliz e saudável, mas não por muito tempo...









Toma essa, vírus!



Eles estão se multiplicando muito rápido!

Isso é mais do que conseguimos limpar sozinhas.



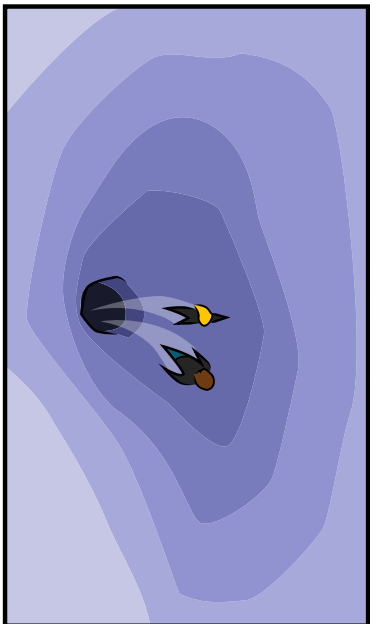
Precisamos fazer algo rápido ou esses vírus que restaram irão atacar outras células epiteliais.

AHHH!!!



Hora de chamar reforços.

Linfócitos T, precisamos da sua ajuda!



WHOOSH



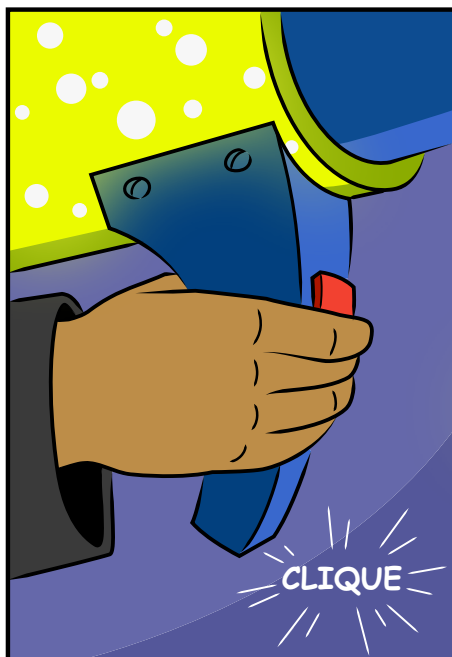
Onde estão as células infectadas?

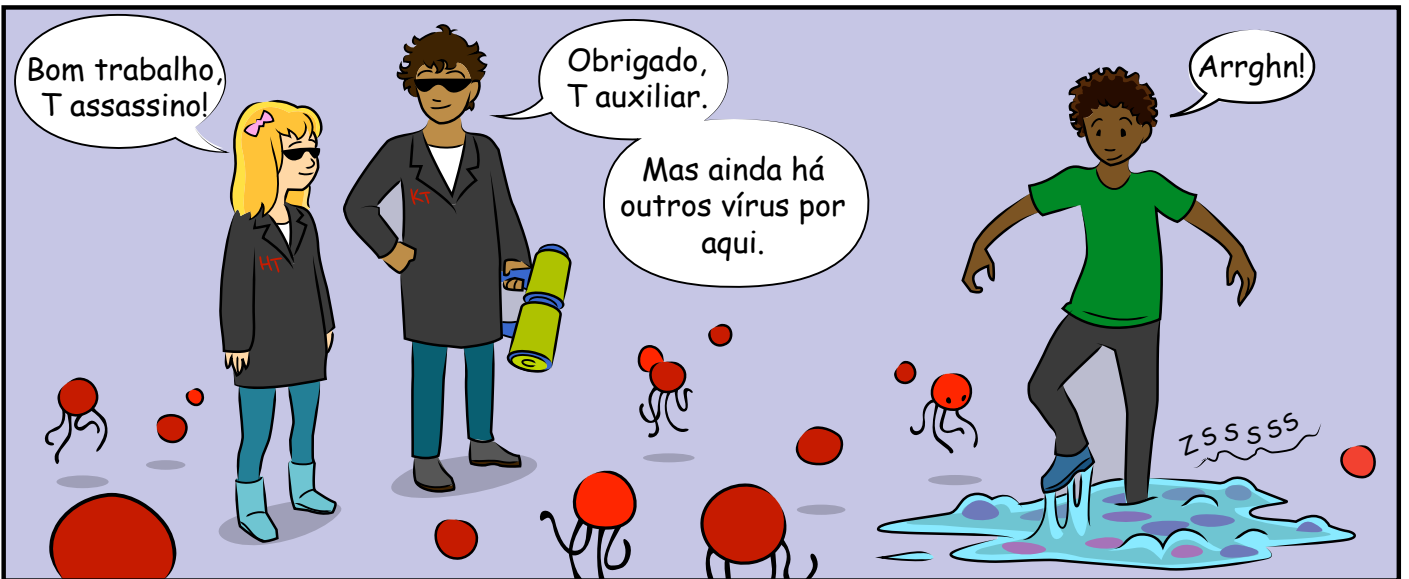
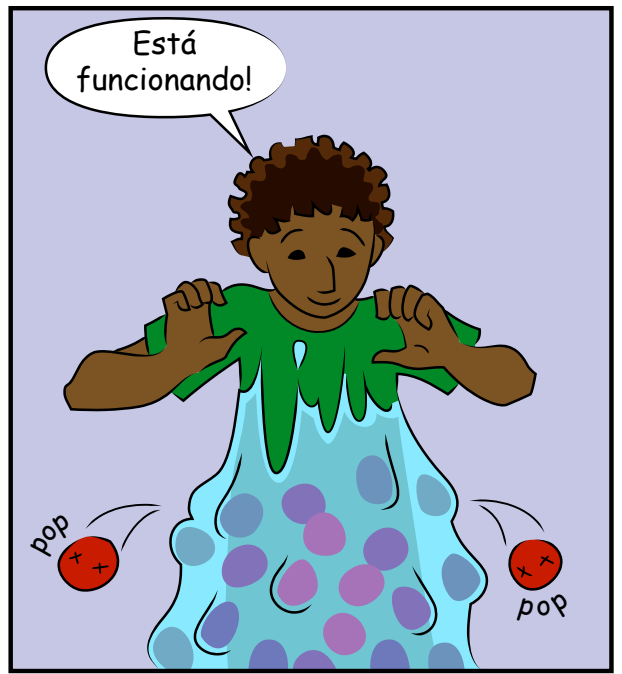
Hey linfócitos T auxiliar e assassino. Eu não me sinto muito bem.

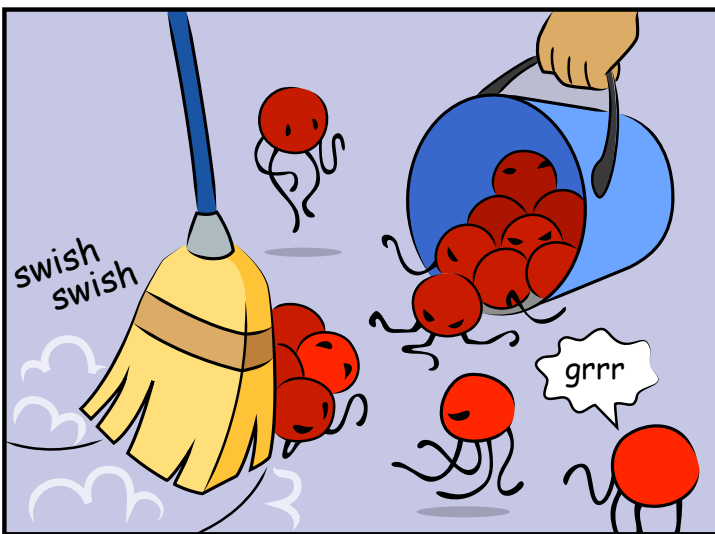
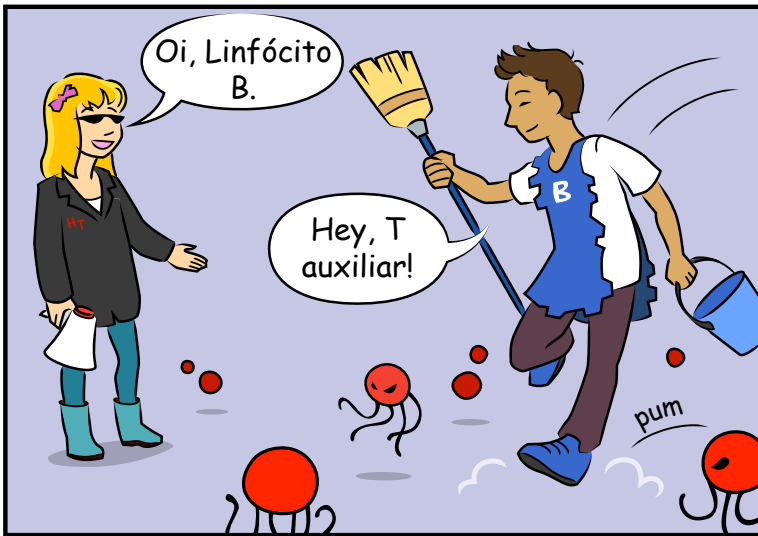
PUM

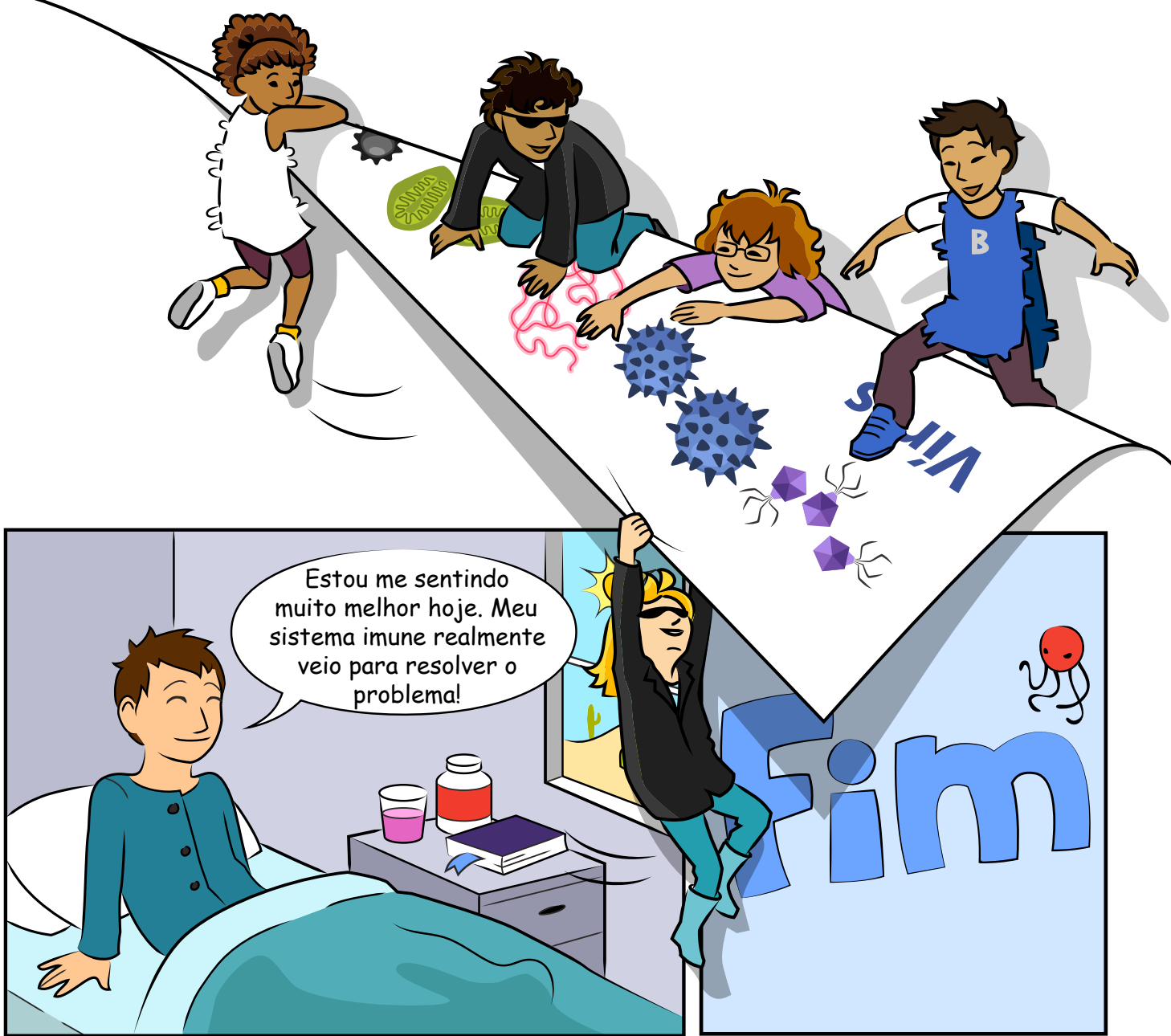
PUM



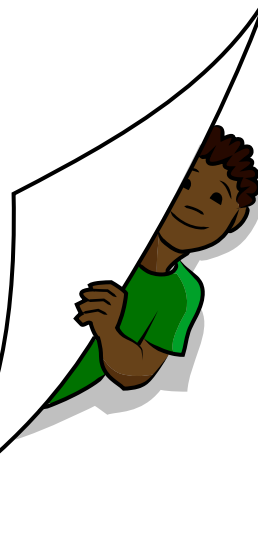


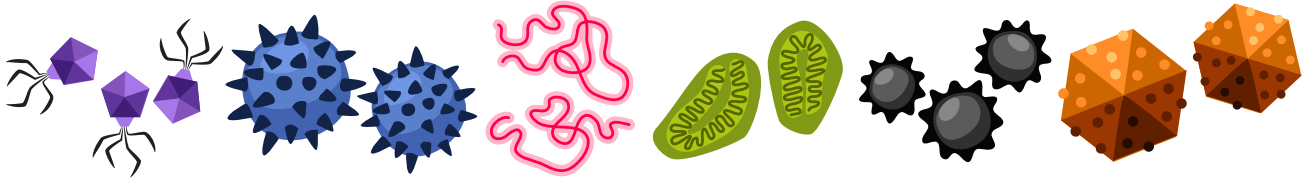






A História Por Trás das Cenas





Vírus

Você se lembra da última vez que teve uma inflamação de garganta, febre ou tosse? Provavelmente você se sentiu doente porque o seu corpo estava combatendo um vírus, um pequeno invasor que explora nossas células para fazer mais cópias de si mesmo. Vírus podem infectar todos os seres vivos conhecidos. Os animais, as plantas e até as bactérias podem ser infectados pelos vírus. Bactérias ou vírus que fazem outros organismos ficarem doentes são chamados de **patógenos**.

Apesar de tentarmos nos livrar dos patógenos, muitas outras bactérias e vírus são importantes. As bactérias que vivem nos oceanos e no solo são essenciais para o ciclo de nutrientes no meio ambiente. Outras bactérias transformam o leite em iogurte ou queijo para nós comermos.

Além disso, existem vírus e bactérias que vivem dentro de você, os chamados **mutualistas**. Alguns vírus e bactérias do seu corpo na verdade ajudam na sua proteção contra agentes infecciosos perigosos. Alguns vírus ajudam as plantas a sobreviverem em ambientes frios e secos. As bactérias nos seus intestinos te ajudam a digerir os alimentos e transformá-los em vitaminas que você não é capaz de produzir.

Se fôssemos capazes de ver os vírus a olho nu, veríamos que eles estão ao redor de todos nós. Para nossa sorte, o nosso sistema imune pode eliminar a maioria dos vírus que podem nos fazer doentes. Em alguns casos, os médicos nos dão medicamentos que dificultam a multiplicação dos vírus e ajudam o **sistema imune** a combatê-los.



✗ Errado



✗ Errado



✓ Certo

Infecção viral

Existem várias formas pelas quais os vírus podem entrar no nosso corpo. Insetos, como mosquitos, podem transmitir os vírus para as pessoas durante a picada. Frequentemente, os vírus que causam gripe vêm de pessoas infectadas através do espirro ou tosse. Uma vez no ambiente, eles podem entrar no seu corpo quando você inala o ar ou toca em algo contaminado pelo vírus.

Há maneiras de manter-se saudável e prevenir que outras pessoas tornem-se doentes pelo vírus. A forma mais eficiente é lavar as mãos. O sabão ajuda a remover óleos e sujeiras das mãos que permitem a aderência dos vírus. Quando você estiver doente, você pode proteger as pessoas ao redor cobrindo sua boca e nariz quando você tosse. Mas não use suas mãos, pois você pode tocar algo depois, ajudando a espalhar o vírus. No lugar, você pode tossir na parte superior do seu ombro, cobrindo a sua boca e o nariz.

Qual é a aparência de um vírus?

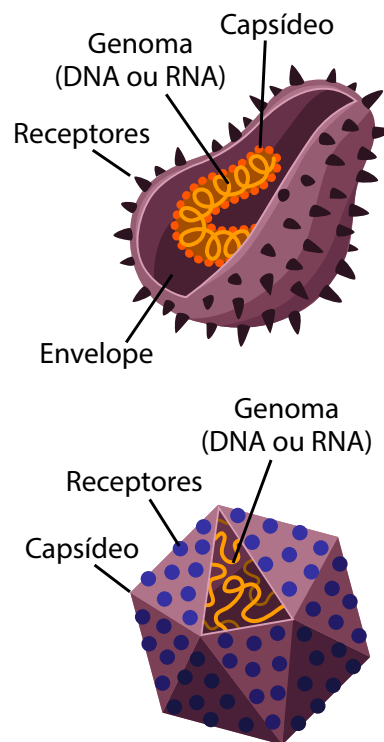
Qual é o tamanho?

Imagine, mesmo se aumentássemos uma célula até que ela tenha o tamanho de uma bola de basquete, os vírus ainda seriam do tamanho de um ponto final desta página.

As partes dos vírus

Os vírus mais simples têm apenas duas partes: 1) um **genoma** (DNA ou RNA) que contém instruções de como fazer mais vírus e 2) um **capsídeo** proteico que protege o genoma. Os vírus também têm proteínas chamadas **receptores** que se projetam para fora do capsídeo e ajudam os vírus a entrar nas células.

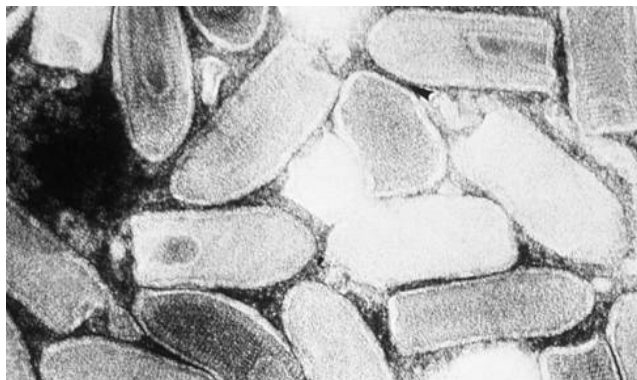
Muitos vírus que infectam humanos e animais também têm um **envelope**, algo como a **membrana da celular**, que encobre o capsídeo e o genoma. Mas isso é só o básico. Abaixo há imagens obtidas com um microscópio eletrônico mostrando o formato de alguns vírus.



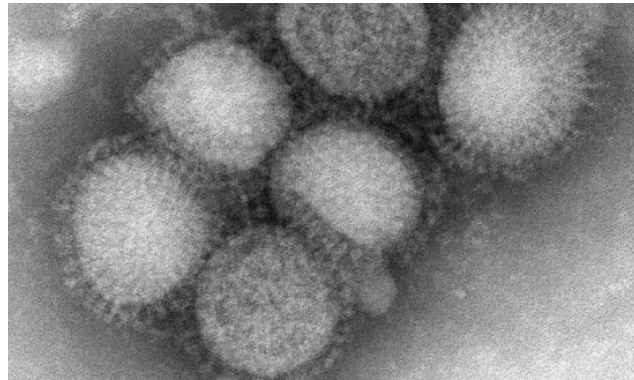
Vírus Marburg
Imagem da Biblioteca de Imagens de Saúde Pública do CDC
(Centro de Controle de Doenças)



Vírus Ebola
Imagem da Biblioteca de Imagens de Saúde Pública do CDC
(Centro de Controle de Doenças)



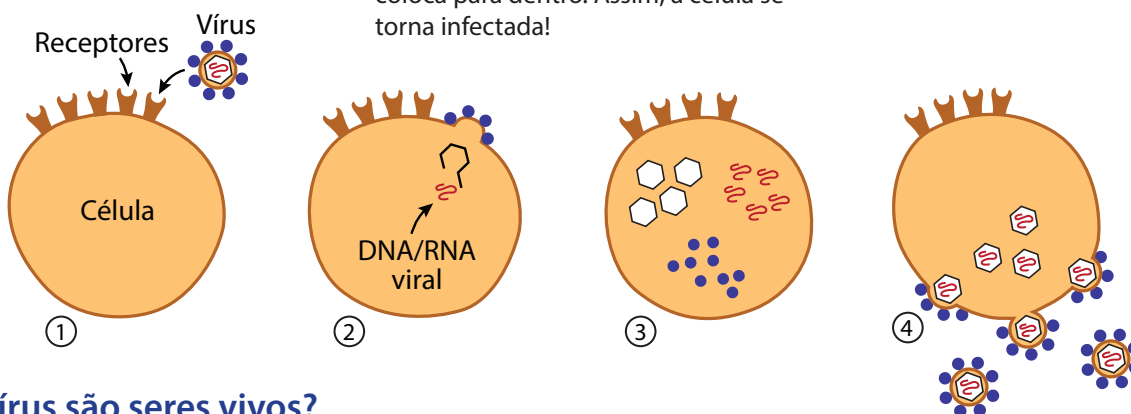
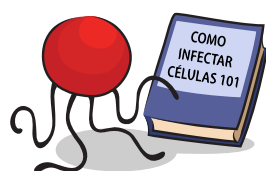
Vírus da estomatite vesicular
Imagem da Biblioteca de Imagens de Saúde Pública do CDC
(Centro de Controle de Doenças)



Vírus da gripe suína
Imagem da Biblioteca de Imagens de Saúde Pública do CDC
(Centro de Controle de Doenças)

Como um vírus funciona? Entrar dentro da célula

Pode parecer surpreendente que algo tão simples quanto um vírus pode tomar o controle das suas células, mas eles fazem isso o tempo todo. Esse processo é muito importante para eles, pois como eles não têm o maquinário necessário para fazer cópias de si mesmos, os vírus trapaceiam suas células para que elas se tornem máquinas de criar mais vírus.



Os vírus são seres vivos?

Os vírus aparentam ser muito espertos para enganar as células durante as infecções, mas será que eles são seres vivos? É difícil elaborar uma definição para "vida", mas os cientistas concordam sobre várias características que todos os seres vivos devem ter. Vamos ver se os vírus têm os requisitos.

Requisito número 1: seres vivos devem se reproduzir. Apesar dos vírus terem um genoma, eles precisam se apropriar da maquinaria das células para que o seu genoma seja lido. Assim, concluímos que os vírus não podem se reproduzir sozinhos.

O primeiro passo é entrar dentro da célula. Os vírus fazem isso se passando por algo que a célula precisa. Na superfície celular, há sensores chamados **receptores** capazes de se ligar aos nutrientes. Quando um receptor e um nutriente se ligam, a célula carrega ambos para dentro.

Os vírus usam uma espécie de **camuflagem** para enganar as células. O **capsídeo** viral e os seus receptores se parecem com os nutrientes que as células precisam (1). Quando o receptor do vírus se liga ao receptor da célula, esta pensa que o vírus não é nada mais que um nutriente, e o coloca para dentro. Assim, a célula se torna infectada!

Requisito número 2: seres vivos devem ter um **metabolismo**. Metabolismo significa a capacidade de coletar e usar energia. As reações químicas em suas células constantemente transformam **moléculas** em formas de energia que podemos usar. A energia que você usa para correr e pular veio da quebra de grandes moléculas de alimentos em partes menores que podem ser usadas ou armazenadas na célula. Os vírus são pequenos e simples demais para coletar ou usar sua própria energia - eles apenas a roubam das células que infectam. Os vírus só precisam de energia quando fazem cópias de si mesmos e não precisam de energia quando estão fora de uma célula.

Fazendo mais vírus

O segundo passo é criar mais vírus. Uma vez dentro da célula, o vírus adiciona seu **genoma** ao da célula. Mas ela não sabe que o novo genoma é do vírus e, portanto, segue as instruções para criar partes do vírus (2). Agora, sem querer, a célula se tornou uma fábrica de vírus (3). Essas partes se juntam para formar os vírus completos, que podem escapar das células (4). Agora, cada novo vírus pode infectar outra célula, repetindo o ciclo de infecção.

Requisito número 3: seres vivos mantêm **homeostase**: ou seja, eles devem manter as condições dentro do corpo estáveis. O seu corpo transpira para te esfriar e tem calafrios para te aquecer caso a temperatura mude de 37 °C. Milhões de ajustes ao longo do dia mantêm sua temperatura e as moléculas em seu corpo equilibrados. No entanto, os vírus não têm como controlar seu ambiente interno e não mantêm sua própria homeostase.

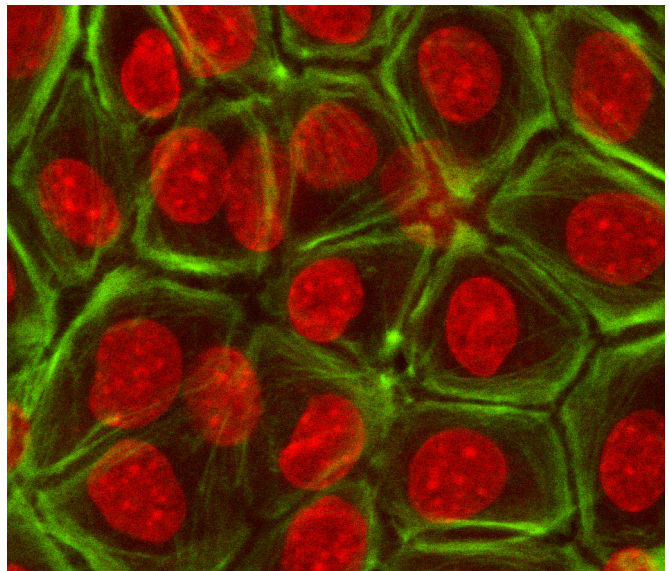
Portanto, como os vírus não podem se reproduzir sozinhos e não têm metabolismo ou homeostase, geralmente não são vistos como realmente vivos. Porém, eles têm uma influência enorme nos seres vivos durante as infecções!

Células Epiteliais

Onde ficam as células epiteliais?

Dê uma olhada na pele em suas mãos. Mesmo se você acha que sua pele é uma superfície lisa, na verdade ela é composta de milhões de células epiteliais que estão bem próximas umas das outras.

Mas esse não é o único lugar em que você encontra essas células. As células epiteliais também revestem o interior da garganta, intestinos, vasos sanguíneos e todos os seus órgãos. Elas são uma barreira entre o interior e o exterior do seu corpo e geralmente são o primeiro local atacado pelos vírus quando eles começam a invadir o seu corpo.



Células epiteliais coradas por Page Baluch

Mas qual é a função das células epiteliais?

As células epiteliais são os escudos de segurança do corpo. Dê outra olhada na sua mão. Ela é coberta por células epiteliais que protegem o seu corpo por ser uma barreira entre as suas células internas e a sujeira e micróbios do ambiente. Elas também são capazes de se esticar para que você possa mover seus dedos e braços em várias posições. Você também pode agradecer às células epiteliais por fazer o suor que te esfria quando você está se exercitando ou quando está um dia quente. Para saber mais sobre a sua pele e as diversas maneiras que ela funciona para você todos os dias, ouça este podcast (somente em inglês).

Outras células epiteliais ajudam você a sentir o ambiente com sensores especiais, chamados receptores, que coletam estímulos. Quando você experimenta a sua comida favorita ou sente o cheiro de uma flor, os receptores nessas células enviam um sinal ao seu cérebro para que você possa desfrutar de cada mordida ou cada cheiro. Depois de engolir uma comida, ela percorre um caminho alinhado com células epiteliais. Quando chega ao intestino, outro conjunto de células epiteliais absorve e transporta os nutrientes dos alimentos que você come e ajuda a processá-los para obter energia que o seu corpo pode usar. Converter a energia dos alimentos em energia que seu corpo pode usar é o trabalho de moléculas chamadas **enzimas**. Mais uma vez, são as células epiteliais que produzem e **secretam** as enzimas do estômago. As células epiteliais também têm a função de secretar **hormônios** nos vasos sanguíneos, liberar muco no nariz e o leite materno que as mães alimentam os seus filhos.

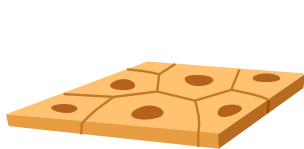
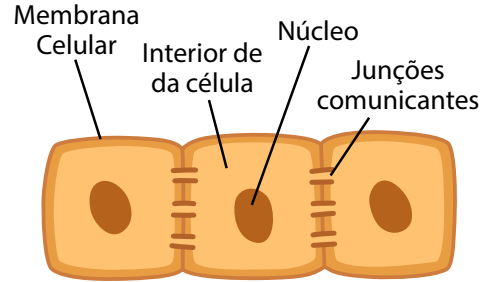


Qual é a aparência das células epiteliais?

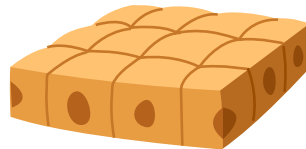
Se você observar atentamente as células epiteliais usando um microscópio, verá que elas estão bem juntinhas. Isso ajuda a criar uma barreira protetora para o nosso corpo. Existem também algumas conexões semelhantes a “portais” entre cada célula epitelial denominadas “junções comunicantes”. É através das junções

comunicantes que as células trocam nutrientes, mas infelizmente, às vezes os vírus também podem usar essas portas para se espalhar pelas células!

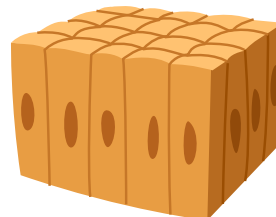
As células epiteliais têm diferentes formas, dependendo do local em que são encontradas. Essas formas são chamadas de escamosas, cuboidais, colunares e ciliadas.



As **células epiteliais escamosas** são planas e geralmente são encontradas em superfícies de revestimento que requerem um fluxo suave de fluido, como os vasos sanguíneos. Elas também estão presentes em áreas que exigem uma superfície muito fina para a passagem de **moléculas**, como os sacos de ar nos pulmões.



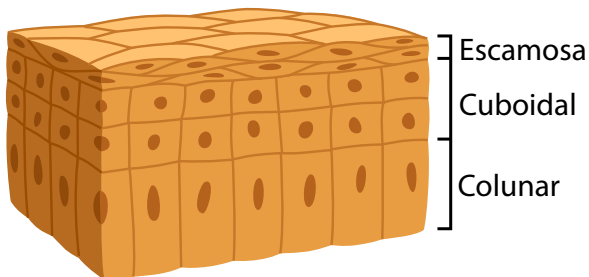
As **células epiteliais cubóides**, como o próprio nome sugere, têm a forma de cubos. Elas são tipicamente encontrados em tecidos que **secretam** ou absorvem substâncias, como os rins e as glândulas.



As **células epiteliais colunares** são longas e finas, como colunas. Elas são geralmente encontrados em locais que secretam muco, como o estômago. Elas também podem se especializar para receber informações sensoriais em locais como papilas gustativas na língua e dentro do nariz.



As **células colunares ciliadas** têm sua superfície apical (a voltada para o exterior) coberta com muitos pêlos minúsculos chamados cílios. Eles são usados para empurrar o muco e outras partículas, fazendo com que fluam em uma direção específica.



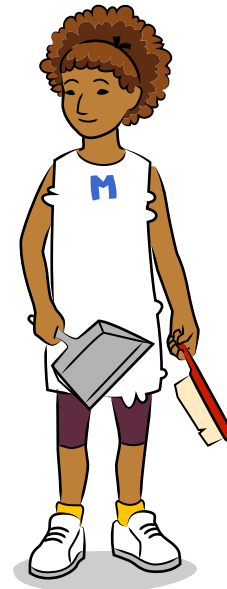
Além dessas formas, as células epiteliais podem ser descritas como simples ou estratificadas. Esses termos se referem a quantas camadas estão presentes. O tecido simples possui apenas uma camada de células epiteliais, enquanto o tecido estratificado possui muitas camadas empilhadas umas sobre as outras. As células estratificadas são encontradas em locais que precisam suportar muito desgaste do ambiente.

Um exemplo disso seria a sua pele, composta de muitas camadas estratificadas de células epiteliais. Com o desgaste da camada superior, as células das camadas inferiores crescem constantemente para substituí-las.

Macrófagos

O que chega cedo

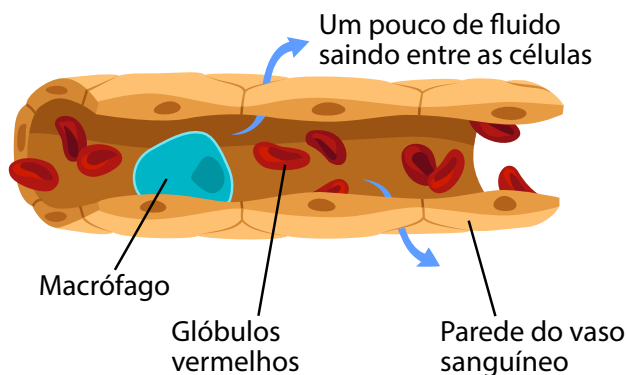
Os macrófagos, um tipo de glóbulo branco, são um dos primeiros tipos de células a chegar na infecção (junto com os neutrófilos). Eles chegam no local da infecção pela corrente sanguínea. Parece que seu sangue é apenas um fluido vermelho, mas também possui muitos outros tipos de células. Existem glóbulos vermelhos que levam oxigênio a todas as partes do corpo e glóbulos brancos que combatem infecções.



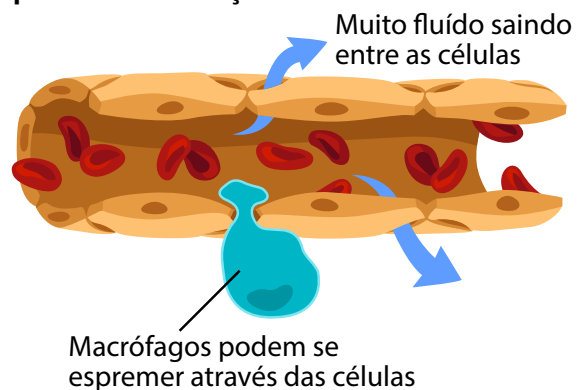
Chegando na cena

As células infectadas ou danificadas, como as células epiteliais da nossa história, pedem ajuda liberando substâncias químicas para atrair os macrófagos. Essas substâncias também abrem espaços entre as células dos vasos sanguíneos. Assim, os macrófagos podem se espremer entre esses espaços para começar a entrar em ação!

Vaso Normal



Parede do vaso próxima à infecção

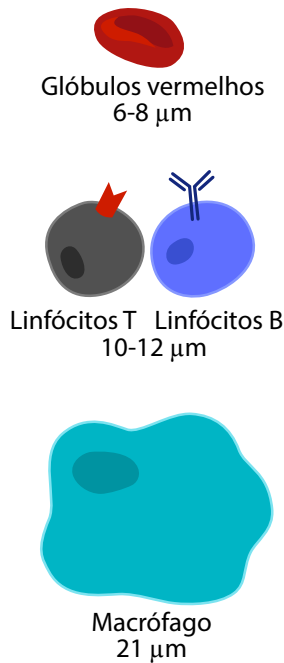


Quando as células chamam por ajuda

Você já foi perfurado por um espinho e depois de um dia ou dois sentiu dor, calor e inchaço? Suas células ao redor do espinho estavam pedindo ajuda!

Quando os vasos sanguíneos deixaram os macrófagos entrar no tecido infectado, eles também deixaram um pouco de fluido sanguíneo penetrar na área. Este fluido e as

substâncias químicas liberadas pelas células infectadas podem causar inflamação. Isso dói, mas na verdade ajuda o seu corpo a combater melhor as infecções!



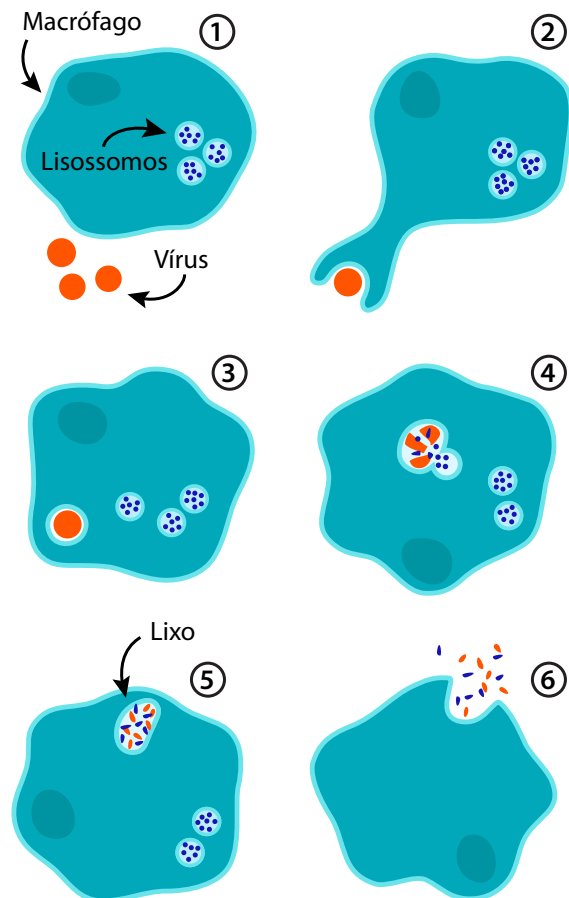
Os grandes comedores

Imagine os macrófagos como máquinas de comer células. O nome deles de fato significa “grande comedor” em grego. Os macrófagos são o maior tipo de glóbulos brancos, cerca de 21 micrômetros (0.0021082 centímetros). É pequeno demais para ser visto a olho nu, mas grande o suficiente para fazer o trabalho importante de eliminar vírus, bactérias e partes de células mortas indesejadas.

Macrófagos não comem células da mesma maneira que você come a sua comida. Em vez disso, as máquinas de comer engolem vírus e bactérias. Isso é chamado de **fagocitose**. Primeiro, o macrófago envolve a partícula indesejada e a aspira. Depois, o macrófago a digere, misturando-a com **enzimas** armazenadas em sacos especiais chamados lisossomos. O material restante é então jogado para fora da célula como lixo.

Trazendo mais ajuda

Macrófagos e neutrófilos trabalham para manter o corpo limpo de detritos e invasores, mas também pedem apoio quando uma infecção é grande demais para os dois lidarem sozinhos. Outras células do **sistema imunológico**, como os linfócitos T e linfócitos B da nossa história, são alertadas pelas substâncias químicas liberadas pelos macrófagos que indicam que sua ajuda é necessária. Os macrófagos também podem chamar a atenção de outros tipos de células, como basófilos e eosinófilos, que estão frequentemente envolvidos em reações alérgicas. Essas células também ajudam a controlar a inflamação dos tecidos.



Linfócitos T

Os linfócitos T são um tipo de glóbulo branco que trabalham em conjunto com os macrófagos. Ao contrário dos macrófagos que podem atacar qualquer célula ou vírus invasor, cada linfócito T pode combater apenas um tipo de vírus. Talvez você pense que isso significa que os macrófagos são mais poderosos que os linfócitos T, mas não são. Em vez disso, os linfócitos T são como uma unidade de forças especiais que combatem apenas um tipo de vírus que pode estar atacando seu corpo.

Mais de um tipo de Linfócito T

Existem dois tipos de linfócitos T no seu corpo: linfócitos T auxiliares e linfócitos T assassinos. Os linfócitos T assassinos fazem o trabalho de destruir as células infectadas. Os linfócitos T auxiliares coordenam o ataque.

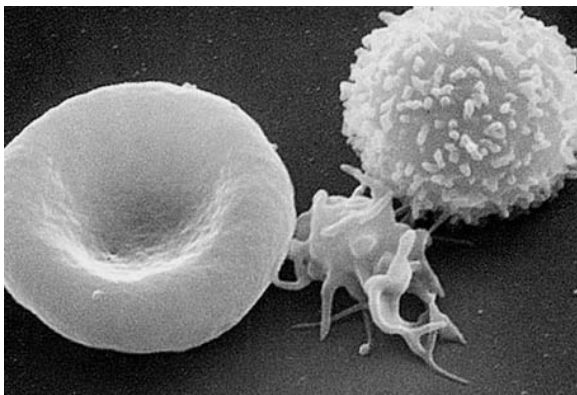
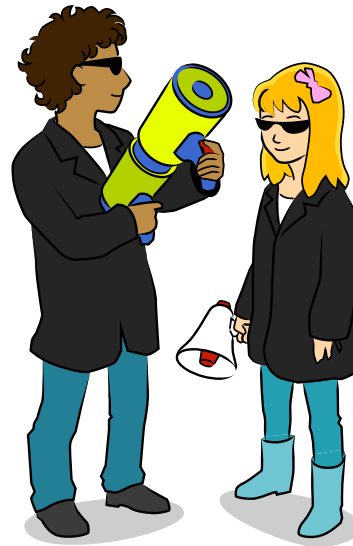


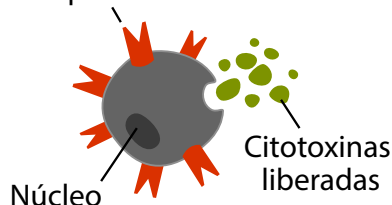
Foto tirada com um microscópio eletrônico de varredura de um linfócito T (direita), plaquetas que ajudam o sangue a coagular (centro) e um glóbulo vermelho (esquerda). As saliências na linfócito T contêm os receptores de linfócitos T usados para combater infecções (CDC - Wikimedia).

Linfócitos T assassinos e antígenos

Os linfócitos T assassinos encontram e destroem as células infectadas que foram transformadas em fábricas de produzir vírus. Para fazer isso, elas precisam diferenciar entre as células infectadas e as saudáveis, com a ajuda de **moléculas** especiais chamadas antígenos. Os linfócitos T assassinos são capazes de encontrar as células infectadas pelo vírus e destruí-las.

Os antígenos funcionam como etiquetas de identificação que fornecem ao sistema imunológico informações sobre suas células e quaisquer intrusos. As células saudáveis têm 'auto-antígenos' na superfície de suas membranas. Eles informam os linfócitos T que as células saudáveis não são invasoras. Se uma célula está infectada com um vírus, ela possui pedaços de antígenos de vírus em sua superfície. Este é um sinal para o linfócito T assassino de que a célula está infectada e deve ser destruída.

Receptores de linfócitos T



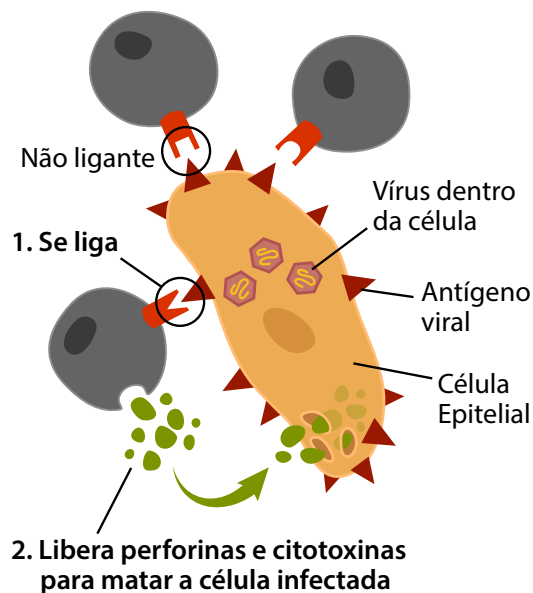
Anatomia de um linfócito T

Os linfócitos T têm muitos receptores de linfócitos T idênticos que cobrem sua superfície e só podem se ligar a uma forma de antígeno. Quando um receptor de linfócitos T se encaixa com seu antígeno viral em uma célula infectada, o linfócito T assassino libera **citotoxinas** para matar essa célula.

A chave para encontrar células infectadas

Existem 25 milhões a um bilhão de linfócitos T diferentes no seu corpo. Cada célula possui um único tipo de receptor de linfócitos T que pode se encaixar em apenas um tipo de antígeno, como um cadeado que pode ser aberto apenas por uma chave específica. Antígenos e receptores funcionam como uma chave e fechadura. A maioria desses antígenos nunca entra em seu corpo, mas os linfócitos T que patrulham o seu organismo os reconhecerão se o fizerem.

O receptor de linfócitos T se ajusta ao seu antígeno como uma chave complexa. Quando o antígeno do vírus na célula infectada se encaixa perfeitamente a um receptor de linfócitos T assassinos, o linfócito T libera perforina e citotoxinas. A perforina é capaz de fazer um poro, ou buraco, na membrana da célula infectada. As citotoxinas entram diretamente no interior da célula através desse poro, destruindo-a e todos os vírus que estavam no seu interior. É por isso que os linfócitos T assassinos também são chamados de linfócitos T citotóxicos. Os restos celulares e vírus destruídos são limpos pelos macrófagos.



Linfócitos T auxiliares

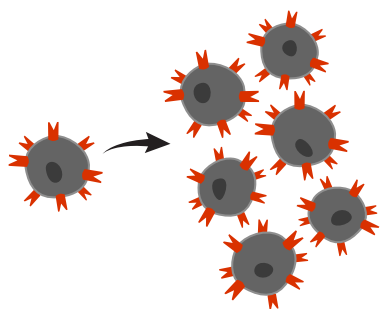
O outro tipo de linfócito T é a linfócito T auxiliar. Essas células não produzem toxinas ou combatem os invasores diretamente. Em vez disso, eles são como coordenadores de equipe. Eles usam mensagens químicas para dar instruções às outras células do [sistema imunológico](#). Essas instruções ajudam os linfócitos T assassinos e os linfócitos B a se multiplicarem para que possam combater a infecção e garantir que a luta permaneça sob controle.

Formando um exército maior contra um invasor específico

Quando um linfócito T auxiliar envia uma mensagem química, o seu linfócito T assassino correspondente é alertado de que há um vírus presente. Depois que um linfócito T assassino encontra e destrói uma célula infectada, essa mensagem do linfócito T auxiliar diz para ele se copiar, formando um exército de linfócitos T assassinos. Como apenas os linfócitos T que podem combater o vírus invasor se multiplicam, o seu corpo economiza energia e ainda é capaz de eliminar o vírus.

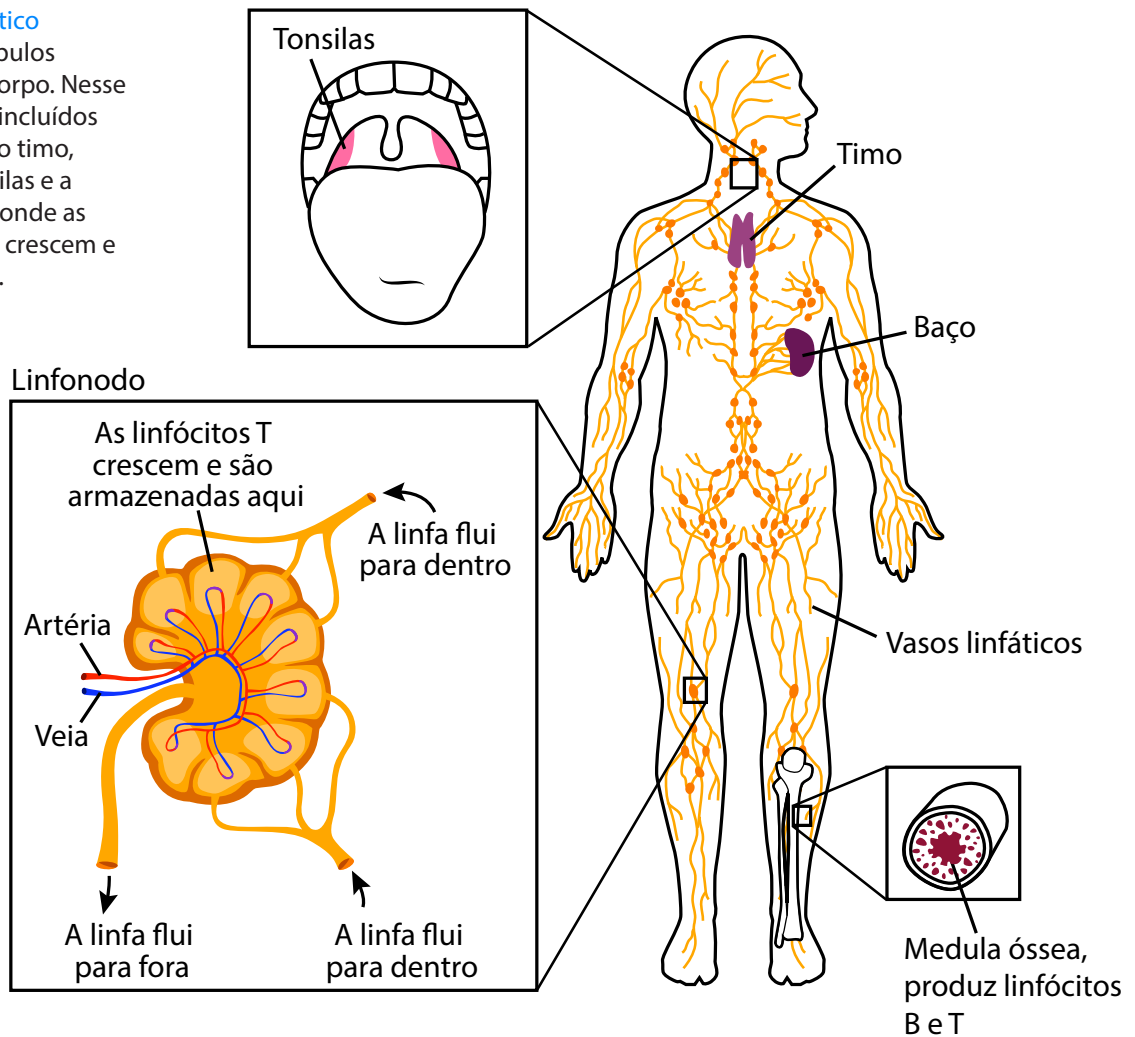
Inspeção de linfócitos T

Os linfócitos T são produzidos na medula óssea, como todos os glóbulos vermelhos e brancos. O nome linfócito T vem do órgão em que amadurece, o timo. O timo está logo acima do seu coração e tem aproximadamente o tamanho de um baralho de cartas. A maioria dos linfócitos T é produzida quando você é jovem, então as crianças têm um timo maior que os adultos. O timo também é onde os linfócitos T são examinados para se livrar de qualquer célula que ataque as células saudáveis do seu corpo.



Quando um linfócito T encontra o seu vírus específico no organismo, ele se multiplica para atacá-los.

O sistema linfático transporta glóbulos brancos pelo corpo. Nesse sistema, estão incluídos os linfonodos, o timo, o baço, as tonsilas e a medula óssea, onde as células imunes crescem e se multiplicam.



Locomovendo-se pelo corpo

Todos los glóbulos blancos tienen dos modos de moverse alrededor del cuerpo. Un modo es a través de tus vasos sanguíneos. El otro modo es a través del sistema linfático.

El sistema linfático tiene vasos que mueven un fluido lechoso y glóbulos blancos alrededor del cuerpo. Al contrario del corazón, que bombea tu sangre, el sistema linfático usa los movimientos de tu cuerpo para empujar el fluido linfático por todos lados. Este es uno de los motivos por los cuales es bueno ser activo y hacer ejercicio.

Trocando sistemas de transporte

A maioria dos glóbulos brancos é armazenada no sistema linfático até que eles sejam necessários para combater uma infecção. Quando um vírus ataca, esses glóbulos brancos armazenados podem ser transferidos para os vasos sanguíneos, para que possam atacá-lo rapidamente. Essa transferência ocorre nos linfonodos, localizados em todo o corpo.

Muitos linfonodos estão nas pernas, nas axilas e no pescoço. A última vez que você teve dor de garganta, provavelmente sentiu regiões inchadas em um ou nos dois lados do pescoço. É aí que os linfócitos T e B se multiplicam e se preparam para atacar o vírus.

Outras partes importantes do sistema linfático, onde as células imunes crescem, se multiplicam e capturam os invasores, são a medula óssea, o timo, o baço e as tonsilas.

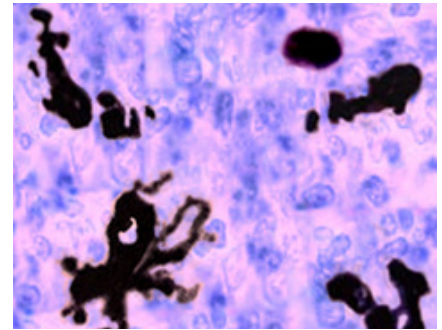
Citotoxinas



As **citotoxinas** são as armas químicas que os linfócitos T assassinos usam para destruir as células infectadas. Os vírus dominam as células saudáveis e as enganam para produzirem muito mais vírus. Quando esses vírus saem, eles podem infectar várias outras células saudáveis. Para evitar isso, as citotoxinas matam as células infectadas antes que esses vírus escapem, dessa forma protegendo suas células saudáveis.

Diferentes tipos de citotoxinas funcionam de maneiras diferentes. Algumas citotoxinas fazem buracos na **membrana celular**, de modo que o interior da célula não fique protegido do exterior. Assim, a célula morre sem uma membrana completa. A morte celular devido a esse tipo de ruptura na membrana celular é chamada **lise**.

Outras citotoxinas ativam um programa na célula que faz com que ela se destrua. Isso é chamado de **apoptose**. As manchas escuras na imagem são células que foram destruídas por apoptose. Macrófagos, o primeiro membro da equipe de limpeza do corpo, remove essas células mortas.



Linfócitos B

Você pode pensar que os linfócitos B têm esse nome porque são originados dentro dos seus ossos (Em inglês: Bones). É verdade que a maioria das células sanguíneas é produzida dentro da medula óssea (Em inglês: Bone marrow), mas não é daí que o "B" das linfócitos B vem. Seu nome vem do nome do órgão em que foram descobertas, a Bursa de Fabricius. A Bursa é um órgão encontrado apenas em aves.



Diferente dos linfócitos T e macrófagos, os linfócitos B não matam os vírus. Na história do Ataque Viral, o linfócito B varre os restos de vírus após o ataque do linfócito T. Na verdade, as linfócitos B são tão importantes quanto os linfócitos T e são muito mais do que apenas uma equipe de limpeza final. Eles produzem **moléculas** importantes chamadas **anticorpos**. Essas moléculas capturam vírus e bactérias invasores específicos. Sem essa linha de defesa, seu corpo não seria capaz de terminar de combater a maioria das infecções.



Linfócito B, Linfócito T, qual a diferença?

Assim como os linfócitos T, cada linfócito B possui um receptor que se conectará a apenas um tipo de antígeno. De forma semelhante aos linfócitos T, os linfócitos B que reconhecem auto-antígenos são destruídos, para que não danifiquem as células saudáveis do seu corpo.

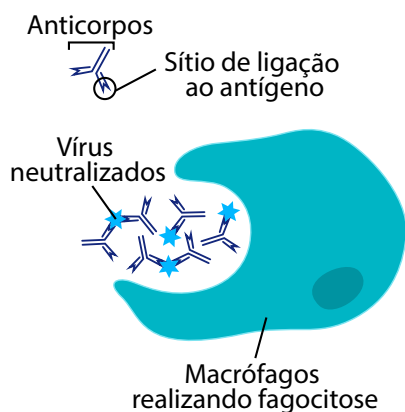
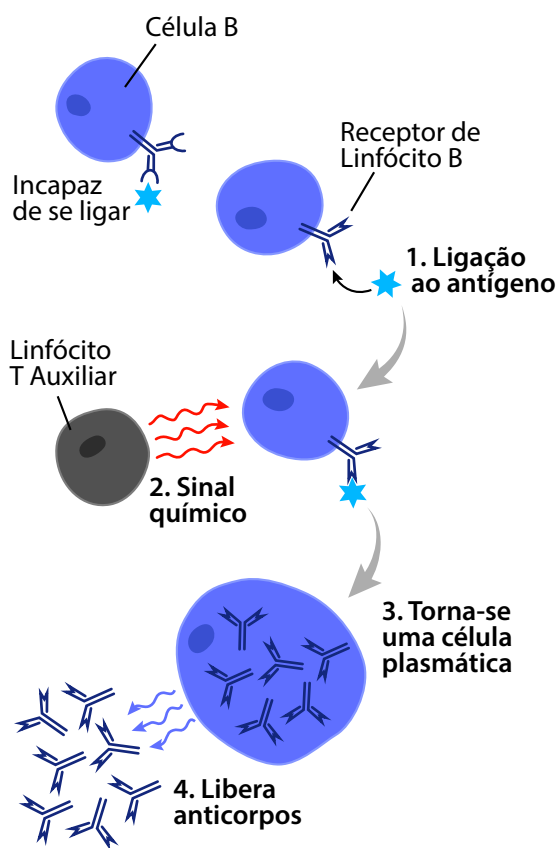
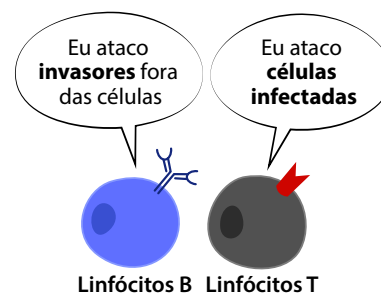
Uma diferença importante entre os linfócitos T e os linfócitos B é que os linfócitos B podem se conectar a antígenos intactos diretamente na superfície do vírus ou bactéria invasora. Isso não acontece com os linfócitos T, pois eles só podem se conectar a partes de antígenos virais do lado de fora das células infectadas.

Seu corpo tem até 10 bilhões de linfócitos B diferentes. Eles são pequenos demais para serem vistos a olho nu, mas se você os alinhar, eles terão o comprimento de mais de 100 campos de futebol. Com tantos linfócitos B diferentes patrulhando seu corpo, você está pronto para combater quase qualquer invasor.

Os linfócitos B se tornam células plasmáticas

Quando um receptor de linfócito B se liga ao seu antígeno específico, um linfócito T auxiliar libera substâncias químicas que estimulam o linfócito B a se dividir muitas vezes. Isso faz com que um exército de linfócitos B, com o receptor de linfócitos B perfeitamente formado, se ligue ao invasor em seu corpo.

Muitos desses linfócitos B rapidamente se transformam em células plasmáticas. As **células plasmáticas** produzem e liberam anticorpos que se ligam ao mesmo antígeno que o receptor de linfócito B original. As células plasmáticas produzem milhares de anticorpos por segundo, que se espalham por todo o corpo, prendendo todos os vírus que são encontrados ao longo do caminho.



O que os anticorpos fazem?

Os anticorpos capturam vírus ou bactérias invasores em grandes aglomerados. Isso facilita com que para os macrófagos os comam. Os vírus revestidos por anticorpos são chamados de "neutralizados" porque não podem infectar células saudáveis.

Mesmo depois de combater a infecção, alguns anticorpos permanecem no sangue. Se esse vírus tentar infectá-lo novamente, seu sistema imunológico agirá capturando-o.

Células de memória

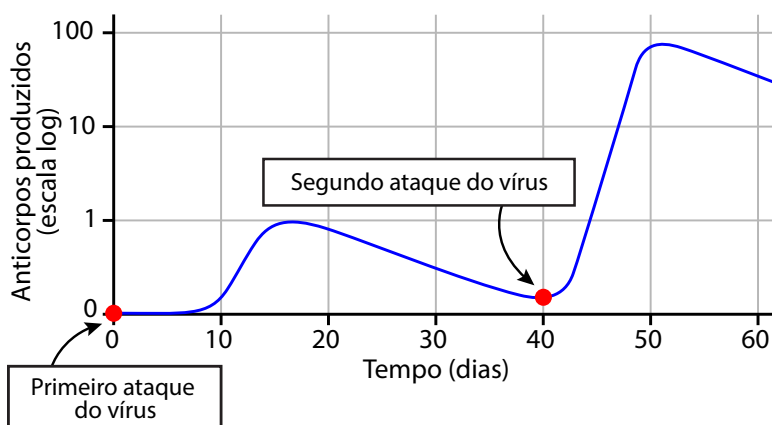
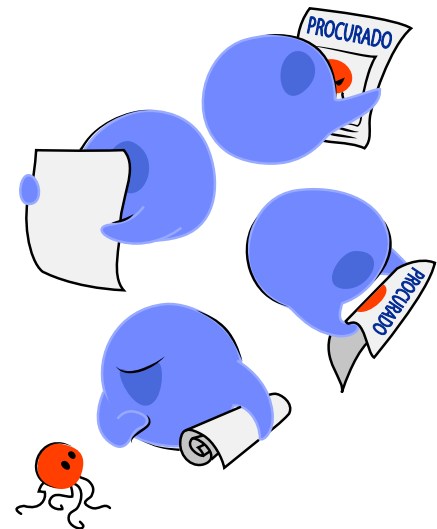


Se o seu corpo combater um vírus uma vez, o mesmo vírus provavelmente tentará atacar novamente. Depois de todo o trabalho necessário para se livrar dessa primeira infecção, seria uma pena ter que fazer tudo de novo. Uma característica surpreendente do seu **sistema imunológico** é que ele se lembra das infecções que lutou. Isso facilita muito o combate ao mesmo vírus ou bactéria pela segunda, terceira ou quarta vez.

Uma célula de memória nunca se esquece

No final de cada batalha para interromper uma infecção, alguns linfócitos T e linfócitos B se transformam em linfócitos T e B de memória, respectivamente. Como é de se esperar pelo nome, essas células lembram-se do vírus ou bactéria que acabaram de combater. Essas células permanecem no corpo por um longo tempo, mesmo após a destruição de todos os vírus da primeira infecção. Elas permanecem preparadas para reconhecer e atacar rapidamente qualquer vírus ou bactéria que retornar.

A rápida produção de muitos **anticorpos** pode interromper uma infecção. Na primeira vez em que seu corpo combate um vírus, pode levar até 15 dias para produzir anticorpos suficientes para se livrar dele. Com a ajuda dos linfócitos B de memória, na segunda vez em que seu corpo ver esse vírus, ele pode fazer o mesmo em 5 dias. Além disso, as células produzem 100 vezes mais anticorpos do que na primeira vez. Quanto mais rápido seu corpo produz anticorpos, mais rápido o vírus pode ser destruído. Com a ajuda das linfócitos B de memória, você pode se livrar dos invasores antes mesmo de se sentir doente. Isso é chamado de adquirir **imunidade**.

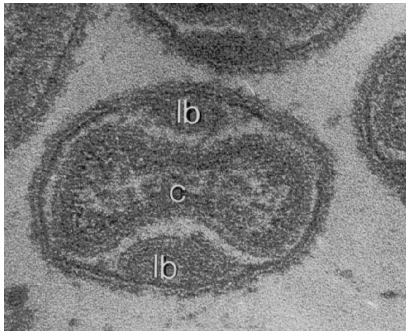


Este gráfico mostra como as células de memória ajudam a combater melhor as infecções. No dia 0, uma pessoa se infecta por um vírus. No dia 10, seus linfócitos B começam a produzir anticorpos e, no dia 15, eles produzem anticorpos suficientes para destruir todos os vírus. A partir daí, eles não produzem mais anticorpos (por não haver mais vírus), então restam cada vez menos anticorpos em seu corpo.

No entanto, no dia 40, o mesmo vírus entra em seu corpo novamente, mas como ele tem linfócitos B de memória preparados para combatê-lo, ele pode produzir rapidamente 100 vezes mais anticorpos do que durante a primeira infecção.



Varíola humana
CDC, F. Murphy, Sylvia



Varíola bovina
Cornelia Büchen-Osmond

Construindo células de memória sem ficar doente

Caso você tenha uma infecção, você poderá criar imunidade contra esse vírus específico. Outra maneira de obter imunidade é através das vacinas. As vacinas são versões muito fracas ou mortas de um vírus ou bactéria que preparam suas células de memória para combater de maneira específica esse vírus ou bactéria. Como as vacinas ajudam a obter imunidade sem adoecer, elas são uma proteção especialmente eficaz para doenças muito perigosas.

Vacinações na história

A primeira **vacina** bem-sucedida foi contra a **varíola** em 1796. A varíola é causada por um vírus muito **contagioso** e mortal. Naquela época, a varíola era especialmente assustadora porque as pessoas sabiam muito pouco sobre vírus, bactérias ou sobre o funcionamento do sistema imune.

Foi o Dr. Edward Jenner que percebeu que as mulheres jovens que ordenhavam vacas geralmente pegavam a varíola bovina, mas raramente pegavam a varíola humana. Ele pensou que talvez a varíola bovina poderia prevenir a varíola humana.

Para testar sua idéia, o Dr. Jenner infectou pessoas com a varíola bovina e depois as expôs à varíola humana. Surpreendentemente, elas não pegaram a doença. Ele não sabia exatamente como funcionava, mas agora sabemos que a varíola bovina e a varíola humana têm antígenos com formas semelhantes. Isso significa que as células de memória desenvolvidas para combater a varíola bovina também podiam combater a varíola humana.

Como vacca significa vaca em latim, Jenner chamou essa forma de prevenção de doenças de vacinação.

Após a descoberta do Dr. Jenner, tornou-se comum vacinar todas as pessoas contra a varíola. O sucesso foi tão grande que, desde 1979, não temos infecções por varíola no mundo.

Hoje, temos muitas vacinas para nos proteger e nos impedir de adoecer. A maioria é por meio de aplicações com injeções, mas alguns cientistas estão trabalhando em vacinas feitas em plantas, que podem ser comidas. Isso talvez signifique que, um dia, você não receberá uma injeção, apenas desfrutará de uma vitamina de vacina!



Palavras importantes

As palavras correspondentes em inglês estão entre parênteses.

Anticorpo (*antibody*): uma molécula produzida pelas células B para capturar partículas estranhas e micróbios.

Apoptose (*apoptosis*): autodestruição de uma célula

Camuflagem (*camouflage*): uso de cores e padrões para se confundir com a área em volta a fim de se esconder

Capsídeo (*capsid*): um escudo protetor ao redor do genoma do vírus.

Célula plasmática (*plasma cell*): uma célula imunológica que tem origem das células B e produz e libera anticorpos.

Citotoxinas (*cytotoxins*): substâncias químicas que matam células

Contagioso (*contagious*): fácil de pegar de outra pessoa ou animal.

Envelope (*envelope*): ao sair da célula, os vírus roubam parte da membrana celular e formam o envelope em volta do capsídeo ou do genoma

Enzyme (*enzyme*): a protein molecule that can do chemical reactions in the body.
Enzima: uma molécula de proteína que pode facilitar as reações químicas do corpo

Fagocitose (*phagocytosis*): o processo usado por algumas células para engolir e digerir objetos estranhos e células mortas em seu corpo.

Genoma (*genome*): toda a informação genética de um organismo

Homeostasis (*homeostasis*): habilidade de manter um sistema em uma condição constante e em bom funcionamento.

Hormônios (*hormones*): mensagens químicas liberadas por células ou glândulas do corpo.

Imunidade (*immunity*): adquirir memória no sistema imunológico para evitar contrair uma determinada infecção.

Inflamação (*inflammation*): uma resposta das células danificadas ou infectadas para atrair células do sistema imunológico.

Lise (*lysis*): morte celular por causa de membranas danificadas

Macrófago (*macrophage*): é uma célula imune que engole material estranho e células mortas

Membrana celular (*cell membrane*): a camada exterior da célula que a separa do ambiente externo.

Metabolismo (*metabolism*): o processo que os organismos vivos fazem para se manterem vivos. Isso acontece quando comemos, bebemos, respiramos, e digerimos alimentos

Molécula (*molecule*): uma estrutura química que possui dois ou mais átomos mantidos juntos por uma ligação química. A água é uma molécula de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (H₂O).

Mutualismo (*mutualist*): relação em que dois organismos vivem juntos e ambos se beneficiam da interação.

Neutrófilo (*neutrophil*): célula imune que é uma das primeiras a responder a uma infecção ou lesão; eles lutam comendo invasores, atirando substâncias químicas neles ou montando armadilhas semelhantes a teias. Os neutrófilos são o tipo mais comum de glóbulo branco em humanos

Patógeno (*pathogen*): um vírus, uma bactéria, um fungo ou um parasita que infecta e danifica o seu hospedeiro.

Prólogo (*prologue*): a sessão que antecede uma história ou filme que introduz personagens e informações importantes

Receptor (*receptor*): uma molécula que recebe sinais de fora das células ao se ligar a outras moléculas.

Secretar (*secrete*): liberar qualquer substância, molécula ou produto químico de uma glândula ou célula do corpo.

Sistema imune (*immune system*): todas as células, tecidos, e órgãos envolvidos no combate a infecções ou doenças

Sistema linfático (*lymph system*): a rede de vasos, tecidos e órgãos que as células imunes usam para se moverem pelo corpo.

Vacinar (*vaccine*): ganhar memória imunológica com antígenos, vírus ou bactérias mortos ou fracos, em vez de uma infecção.

Varíola (*smallpox*): uma doença mortal que causa caroços vermelhos na pele.

Créditos

Apoyo Financiero



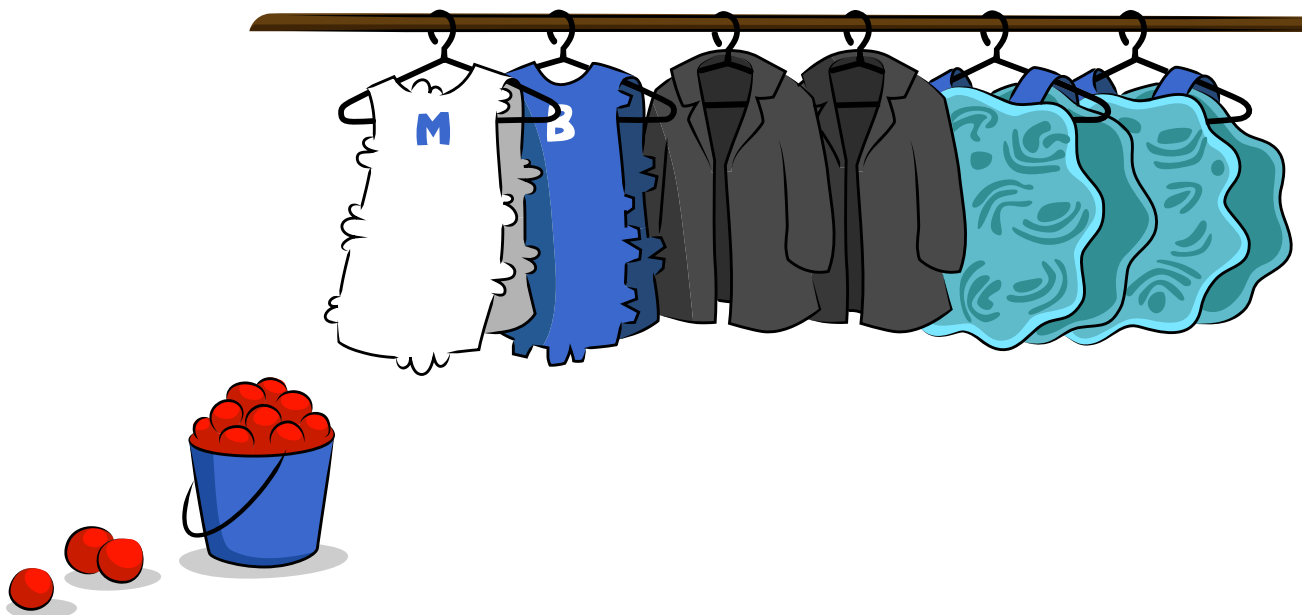
Apoyo Colaborativo



Agradecimentos

O Ataque Viral foi desenvolvido com a ajuda da Equipe de Design dos Caminhos do Centro de Ciência do Arizona. O desenvolvimento gráfico e do website foi fornecido pelo Laboratório de Visualização da Escola de Ciências da Vida da Universidade Estadual do Arizona. Fotos adicionais de wikimedia.com.

Planeje sua próxima visita ao Centro de Ciência do Arizona e desempenhe o papel de seu personagem favorito do Ataque viral na produção ao vivo do Ataque Viral.



BODY DEPOT

O Centro de Ciência do Arizona e o Pergunte a um Biólogo uniram forças na construção do Depósito do Corpo, um lugar onde você pode aprender sobre o seu incrível corpo (somente em inglês).

Visite Depósito do Corpo online em askbiologist.asu.edu/body-depot

MANUAL DO MONSTRO



Leia um verdadeiro conto de monstro sobre o menor manual de instruções que você carrega em cada uma de suas células. Depois experimente Construtor de Monstros, um jogo divertido onde você decodifica e constrói os seus próprios monstros. Você pode encontrá-lo em askbiologist.asu.edu/monster-manual



askbiologist.asu.edu/body-depot