



5

### AS SUPERBACTÉRIAS CAUSADORAS DA GONORREIA

Suellen de Oliveira  
Lucas Heleno Lopes  
Pedro Vitiello

Aline Ferreira Tolentino  
Thamyris Viana dos Santos  
Rafaela Nóbrega  
Eleonora Kurtenbach  
Robson Coutinho Silva



<https://www.rawpixel.com/image/2288642/free-photo-image-awareness-bacteria>

Micrografia da bactéria *Neisseria gonorrhoeae*

**ENSINO  
QUALQUER NÍVEL**

#### Atividade 1:

O que é evolução biológica afinal?

#### Atividade 2:

Jogo: As superbactérias

#### Atividade 3:

A bactéria *Neisseria gonorrhoeae* e a gonorreia



## Apresentação da série CienciArte no Ensino

A série de fascículos “CienciArte no Ensino” é uma publicação do Setor de Inovações Educacionais do Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB) do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz com vários parceiros institucionais.

A série busca promover o diálogo entre a ciência e a arte, reforçando o conceito de “ArtScience”. Convidamos alunos e professores a participar desse diálogo para descobrir e compreender, de maneira simples e lúdica, maravilhas da cultura e da natureza. Os fascículos poderão servir como guia para as atividades propostas; porém, mais importante do que segui-los à risca, é criar condições para que a pesquisa científica aconteça de maneira agradável, livre e criativa.

## Apresentação da oficina

Esta oficina pode ser utilizada como recurso pedagógico para o ensino de evolução biológica, com ênfase no processo de seleção de bactérias resistentes aos antimicrobianos utilizados no tratamento de diversas doenças. Para isso, analisaremos o caso das superbactérias causadoras da gonorreia.

## Preparativos

Para desenvolver essa experiência será necessário:

- **Imagens** da atividade 1. Você pode utilizar as imagens sugeridas neste material ou escolher as suas próprias imagens. Elas poderão ser projetadas, se houver equipamento disponível ou impressas. Outra opção é o recorte de jornais e revistas.

- **Lápis ou caneta** para registro das atividades.

Observação: Os materiais necessários para o preparo da terceira atividade serão definidos por você!

## Registro das atividades:

As fichas que acompanham este fascículo devem ser disponibilizadas para cada equipe de estudantes durante a realização do jogo, de modo a facilitar a compreensão do processo observado e a contagem dos pontos.

CienciArte <sup>®</sup> Saúde e Ambiente no ensino		REGISTRO DE ATIVIDADES	PÁGINA 1
Tipos de bactérias da primeira rodada:		Antimicrobiano:	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Bactérias sobreviventes na primeira rodada:			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Total de bactérias sobreviventes:			
_____			



## Atividade 1: O que é evolução biológica afinal?

### Identificando o conhecimento prévio

#### O que seus alunos já sabem sobre a evolução biológica?

Ao convidar seus estudantes para participar da oficina, aconselhamos que eles sejam conduzidos para um local espaçoso e agradável, como o pátio ou a quadra da escola. Para começar, você pode fazer a seguinte pergunta:

*O que é evolução biológica afinal?*

As opções para respondê-la podem estar escritas em cartazes elaborados por você e fixados em locais distintos. Peça para analisarem as possíveis respostas e selecionarem uma delas, posicionando-se próximo ao cartaz com a opção escolhida.

*Opções de respostas sugeridas:*

- 1) *Descendência com modificação;*
- 2) *Descendência com melhoria;*
- 3) *Descendência com prejuízo.*

Em seguida, você pode pedir para que eles expliquem para o grupo por que escolheram determinada opção, estimulando-os a compartilhar suas concepções. Aqui cabe a você mediar a discussão conduzindo-os à construção da definição do conceito de evolução biológica.

#### Dica:

A Universidade de São Paulo (USP) preparou um site chamado “Entendendo a evolução para professores”, com duas seções: “Aprendendo evolução” e “Ensinando evolução”. Vale a pena conferir! O site está disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/evohome.html>

E aqui está a definição apresentada no site:

*“Evolução biológica, em termos simples, é descendência com modificação. Essa definição engloba evolução em pequena escala (mudanças em frequência gênica em uma população de uma geração para a próxima) e evolução em larga escala (a progênie de espécies diferentes de um ancestral comum após muitas gerações). A evolução nos ajuda a entender a história da vida.”*



## Atividade 1: O que é evolução biológica afinal?

**Será que seus estudantes realmente compreenderam o conceito de evolução biológica?**

- 1- Para checar a compreensão dos alunos, você pode distribuir, em uma superfície plana (exemplo: uma mesa), algumas imagens para que possam identificar se elas exemplificam ou não o processo de evolução biológica, através da colocação de um símbolo de  e , respectivamente. Para isso, você pode dividir a turma em pequenos grupos para que discutam entre eles e definam as respostas.
- 2- Para cada imagem, sugerimos pedir que um representante de cada equipe explique como a figura foi classificada. Em seguida, revelar se acertaram ou não as respostas, apresentando a devida justificativa.

<https://pixabay.com/pt/photos/mulheres-girafa-kayan-pessoas-315040/#>



Aumento do pescoço durante a vida de uma pessoa

<https://pixy.org/642922/>



Evolução Pokémon

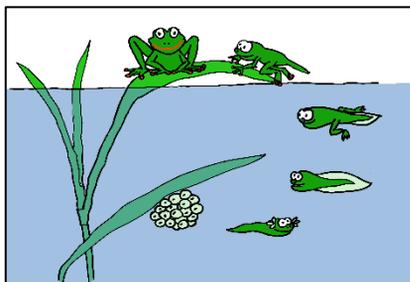


[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nectarine\\_Fruit\\_Development.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nectarine_Fruit_Development.jpg)



Desenvolvimento de um fruto

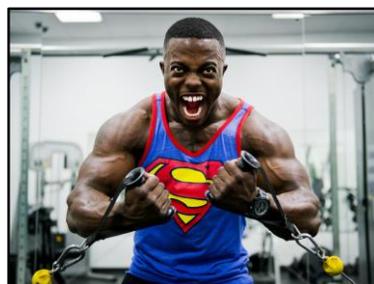
<https://pixabay.com/pt/illustrations/sapo-girino-%C5%98Eabka-758072/>



Metamorfose dos anfíbios



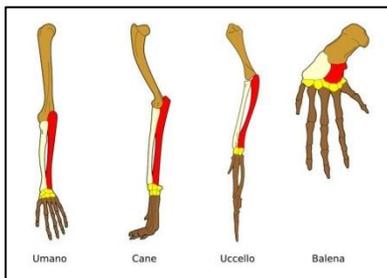
<https://pxhere.com/es/photo/755456>



Hipertrofia muscular



<https://snapvgcat.com/o/357397a322347e5b48d0d9160e3db691cc908/Homology%20vertebrates-it.svg>



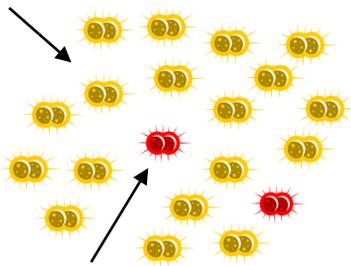
Órgãos homólogos



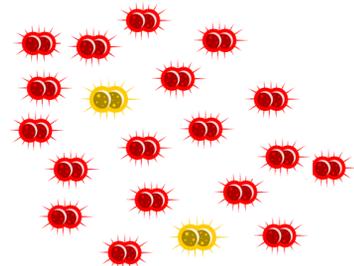
## Atividade 2: Jogo: As superbactérias

### A seleção de bactérias resistentes aos antimicrobianos

bactérias sensíveis



Antimicrobianos



bactérias resistentes

Aumento do número de bactérias resistentes na população

**OBJETIVO:** Simular o processo de seleção natural de bactérias resistentes à ação de antimicrobianos através de um jogo competitivo.

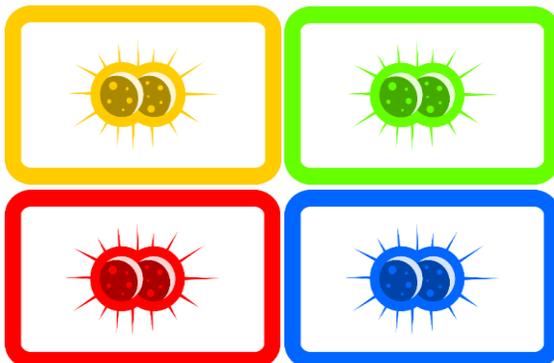
**PÚBLICO-ALVO:**

O jogo é indicado para maiores de 10 anos.

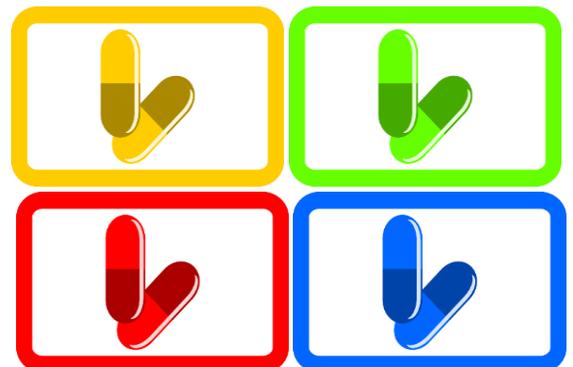
**O JOGO:**

O jogo apresenta quatro rodadas nas quais duas equipes de jogadores representam bactérias enfrentando os antimicrobianos.

É composto por 60 cartas, 44 representando bactérias e 16 representando antimicrobianos. As cartas são coloridas; cada uma das suas cores (amarelo, azul, verde e vermelho) representa um antimicrobiano com determinado mecanismo de ação (4 cartas de cada cor) ou uma cepa bacteriana com um mecanismo de resistência contra o antimicrobiano da mesma cor (11 cartas de cada cor).



Cartas contendo ilustrações da bactéria *Neisseria gonorrhoeae*. Cada cor representa uma cepa resistente a um determinado antimicrobiano.



Cartas contendo ilustrações de antimicrobianos. Cada cor representa um tipo de mecanismo de ação distinto.



## Atividade 2: Jogo: As superbactérias

### COMO JOGAR?

#### Primeira rodada (atividades sequenciais):

- 1) Separando as cartas em duas pilhas, uma contendo as bactérias e outra contendo os antimicrobianos.
- 2) Embaralhando e distribuindo cinco cartas contendo bactérias para cada equipe. As cartas deverão ser posicionadas uma ao lado da outra, com a face que contém a ilustração virada para cima.
- 3) Oferecendo duas cartas contendo antimicrobianos para cada equipe. Os jogadores deverão escolher um dos antimicrobianos representados nas cartas para tratar a infecção provocada pelas bactérias das cartas da equipe adversária. Para isso, as equipes deverão comparar as cores das cartas das bactérias da equipe adversária com as cartas dos antimicrobianos oferecidas por você, selecionando, preferencialmente, a carta do antimicrobiano que possa matar o maior número de bactérias, ou seja, com cor diferente das bactérias das cartas da equipe adversária.
- 4) Ao receber a carta selecionada pela equipe adversária, os estudantes deverão verificar se ela tem a mesma cor que alguma de suas bactérias, o que significa que as bactérias em questão possuem um mecanismo de resistência para aquele antimicrobiano, portanto, ela sobreviverá e será mantida no jogo.
- 5) As cartas das bactérias que tiverem cores diferentes do antimicrobiano recebido representam microrganismos sem nenhum mecanismo de resistência contra esse antimicrobiano. Portanto, o uso do medicamento provocará a morte da bactéria, que deverá ser representada pela retirada da carta do jogo.

**Segunda rodada:** Cada bactéria sobrevivente se reproduzirá por divisão binária, sendo o processo de reprodução representado pela distribuição de uma nova carta da pilha de bactérias, para cada sobrevivente. As bactérias da nova geração deverão ser posicionadas em uma nova fileira abaixo das sobreviventes. Logo, a quantidade de cartas distribuídas para cada equipe depende do número de bactérias sobreviventes na rodada anterior. Caso não tenha tido nenhuma bactéria sobrevivente, a equipe receberá novamente cinco cartas, que deverão substituir as bactérias da primeira geração, posicionadas na primeira fileira. O aparecimento de bactérias de cores diferentes representa a aquisição de um novo tipo de mecanismo de resistência, adquirido através de mutação(ões).

Oferecendo novamente duas cartas de antimicrobianos a cada equipe, eles poderão escolher qual deles será utilizado contra as bactérias do adversário naquela rodada. O antimicrobiano selecionado atuará apenas contra as bactérias recebidas naquela rodada. Após isso, serão mantidas apenas as cartas das bactérias que apresentam um mecanismo de resistência contra aquele antimicrobiano. As bactérias que “morrerem” deverão ser removidas.



## Atividade 2: Jogo: As superbactérias

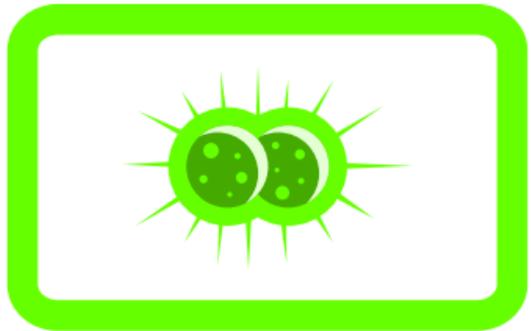
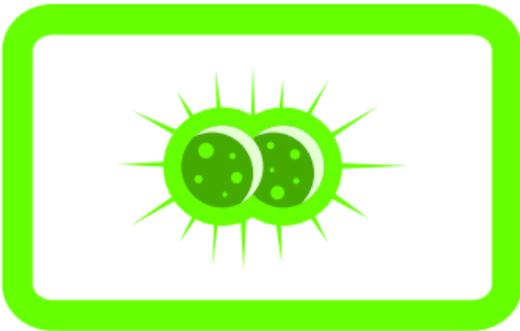
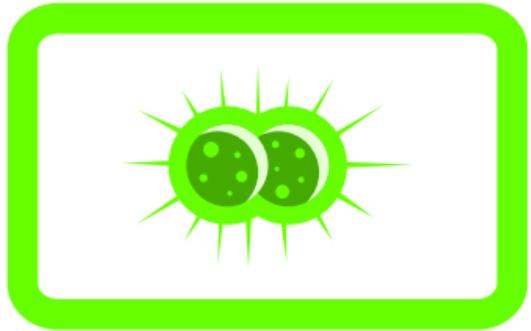
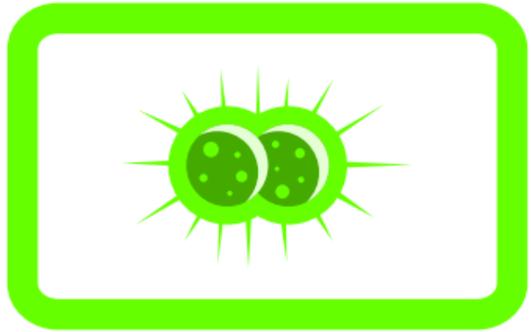
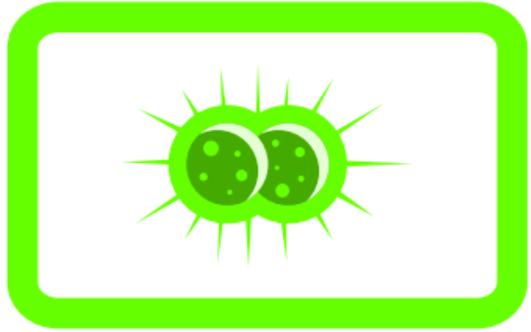
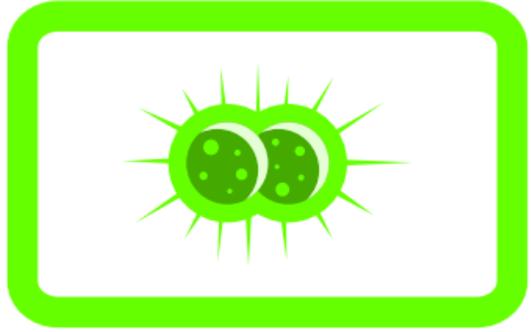
**Terceira e quarta rodada:** Devem ser conduzidas de maneira semelhante à segunda rodada.

***Vence o jogo a primeira equipe que conseguir formar uma população de bactérias contendo os quatro tipos de resistência aos antimicrobianos, ou seja, a primeira equipe que conseguir manter viva uma bactéria de cada cor, mesmo que seja uma cor por rodada.***

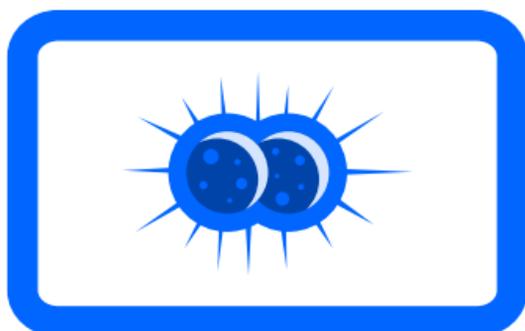
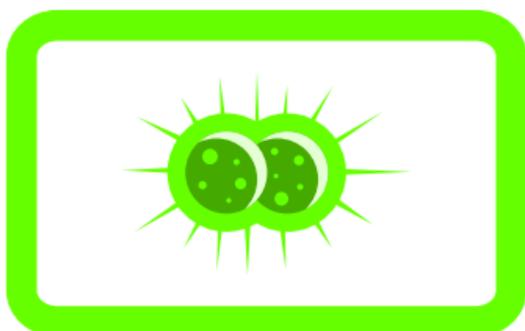
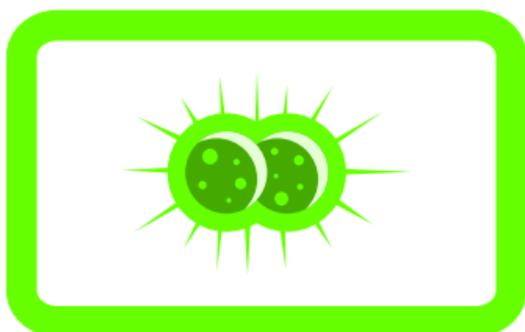
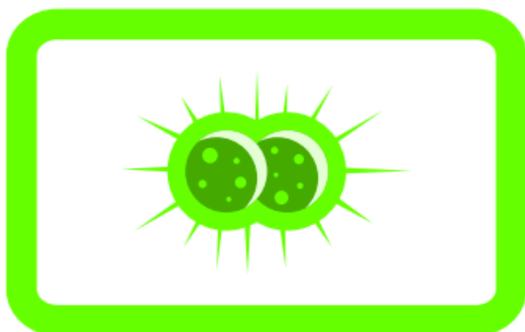
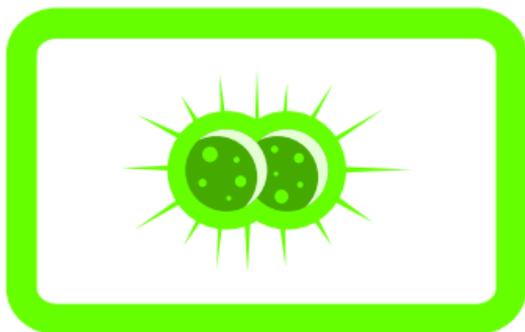
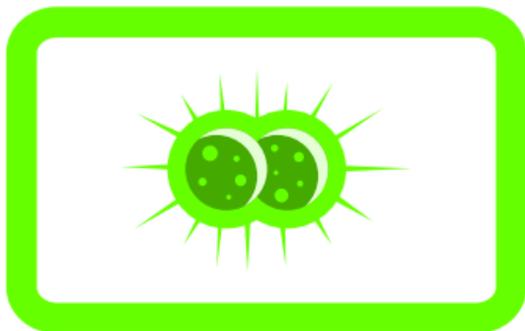
Se após concluir as quatro rodadas nenhuma das equipes tiver conseguido atingir o objetivo citado acima, a equipe vencedora será aquela com o maior número de pontos.

### **CONTAGEM DOS PONTOS:**

- ❖ **Número de rodadas com pelo menos uma bactéria viva:** Dez pontos por rodada.
- ❖ **Número de bactérias vivas a cada rodada:** Dez pontos por bactéria.
- ❖ **Número de tipos de resistência adquiridas:** Cinquenta pontos para cada tipo de resistência.

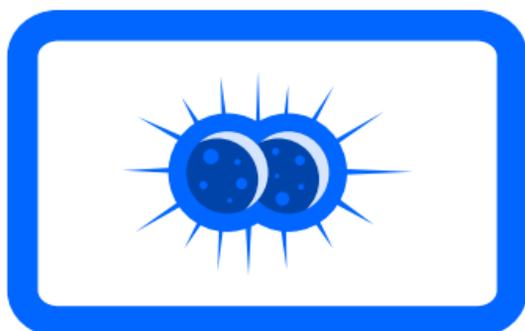
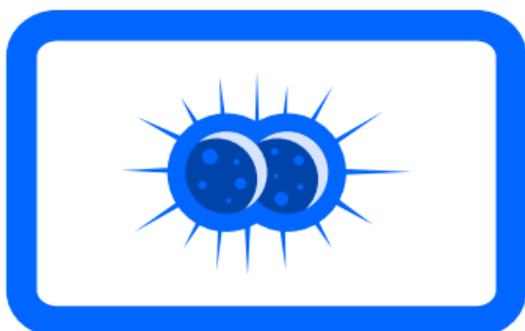
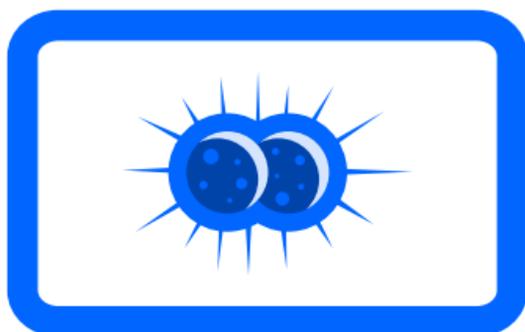
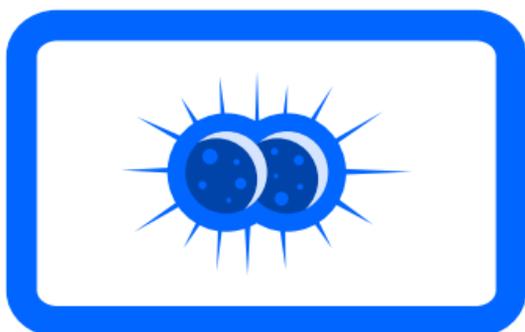
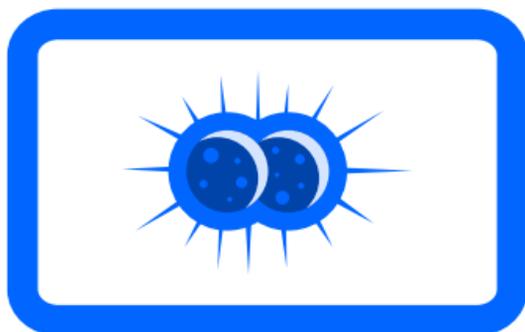
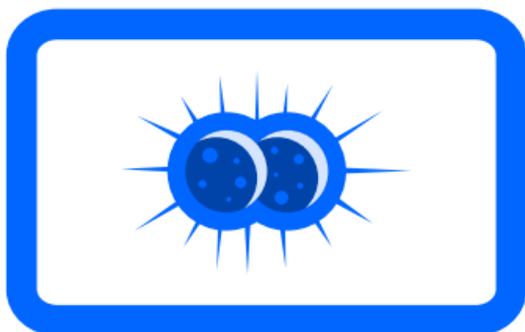
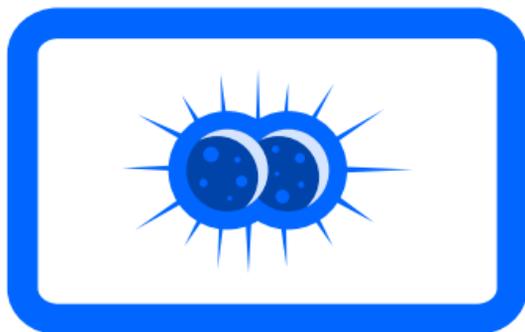
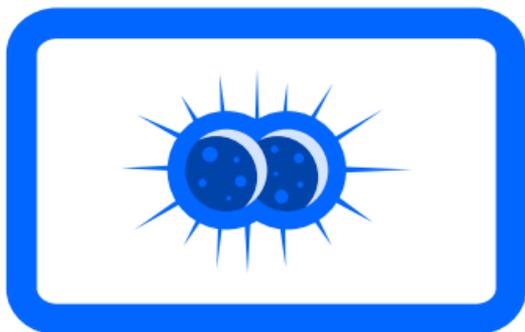
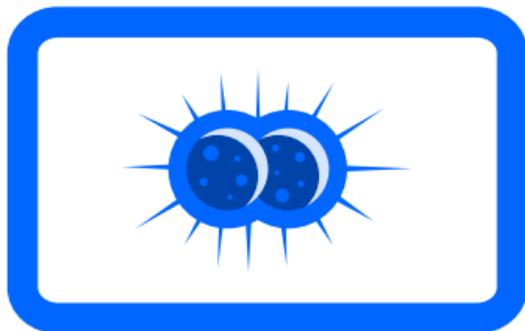
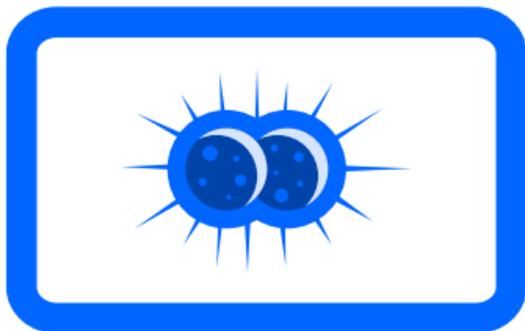


# CARTAS DO JOGO



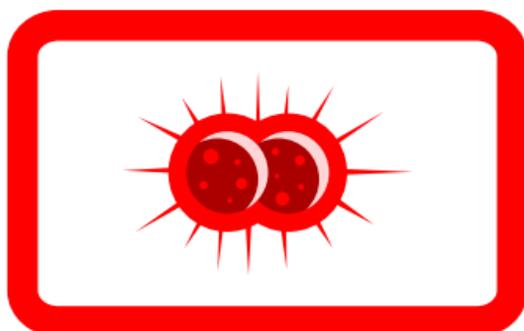
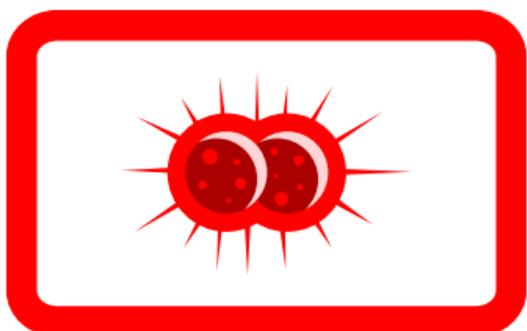
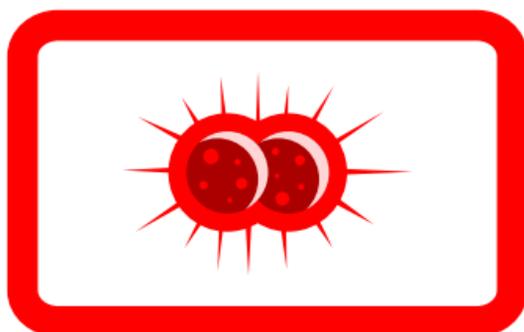
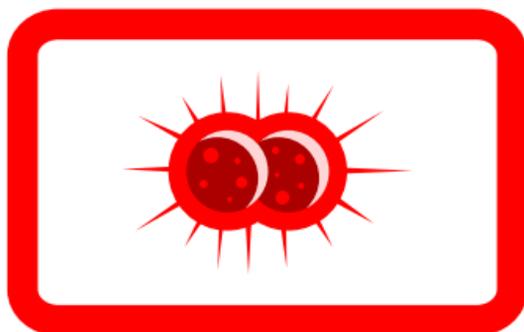
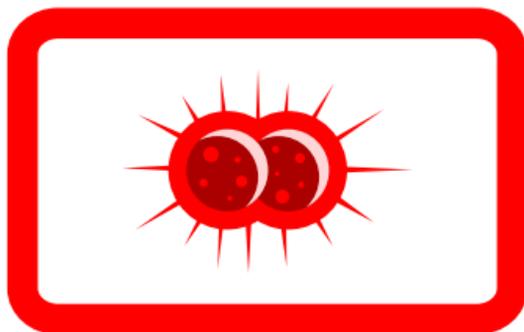
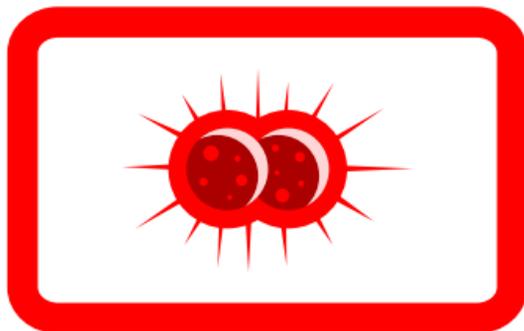


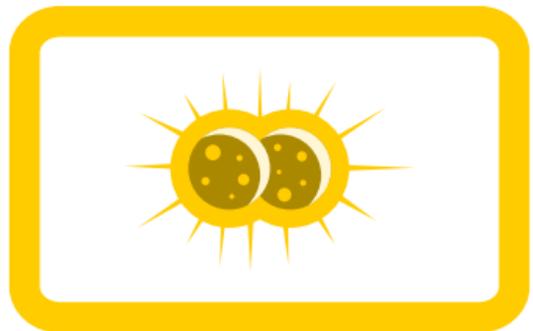
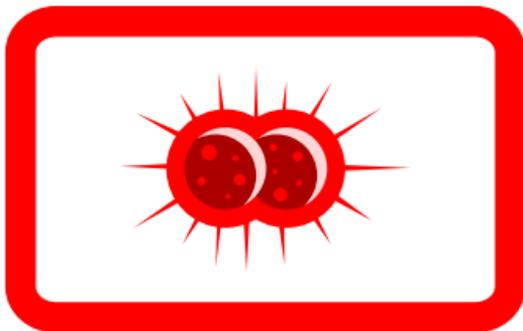
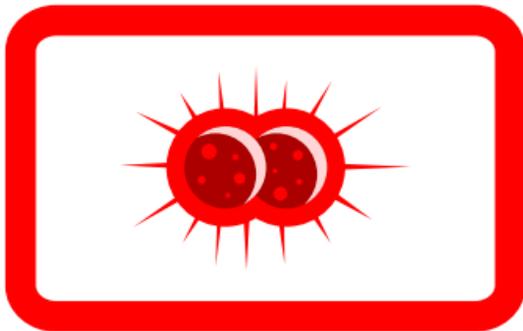
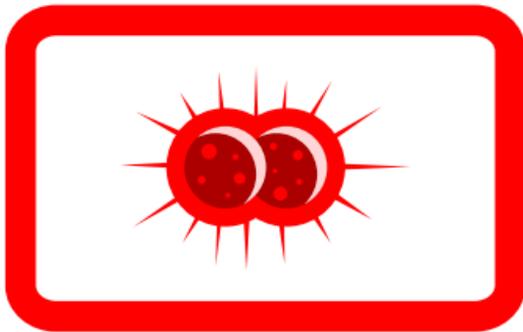
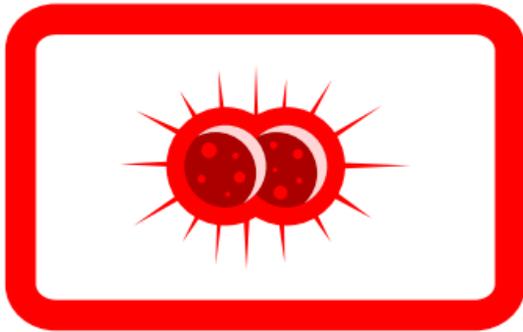
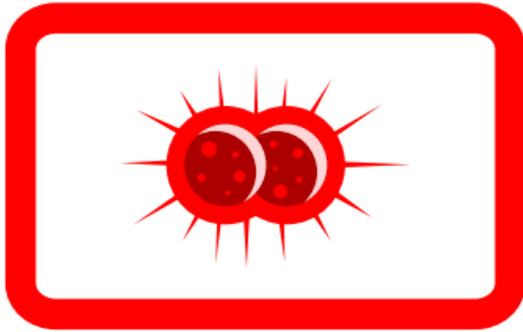
# CARTAS DO JOGO

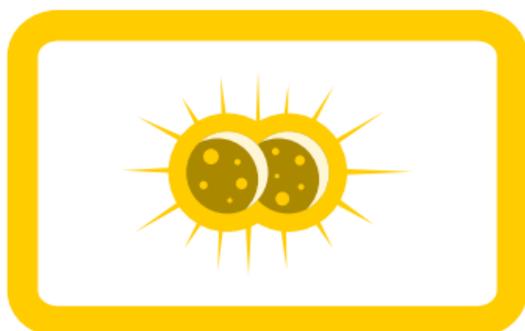
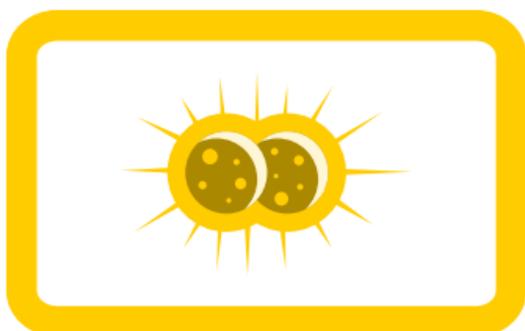
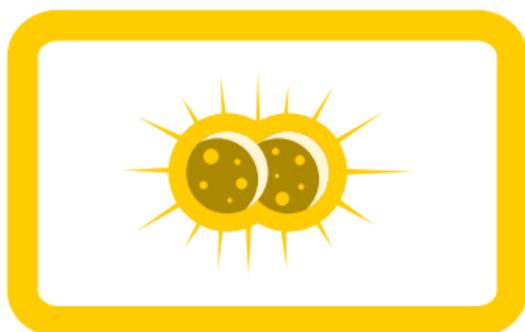
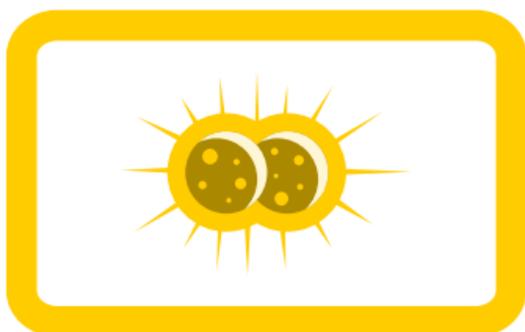
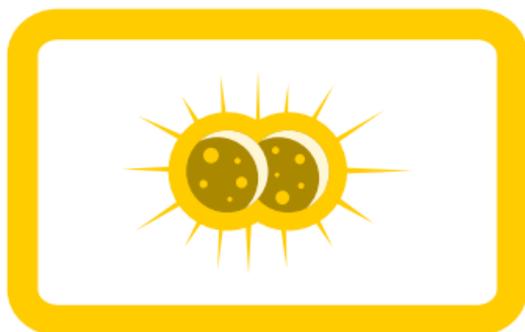
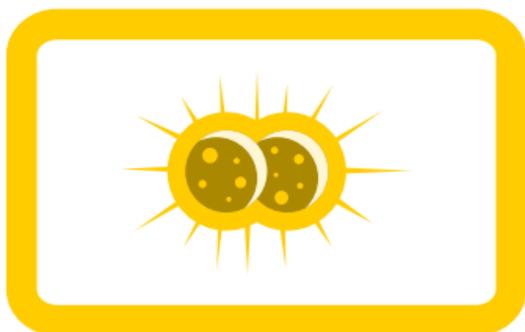
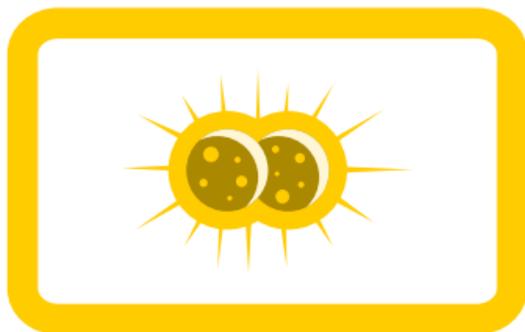
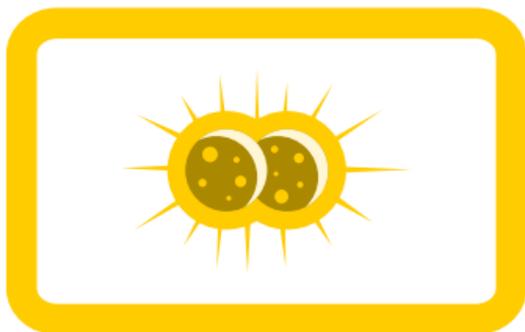
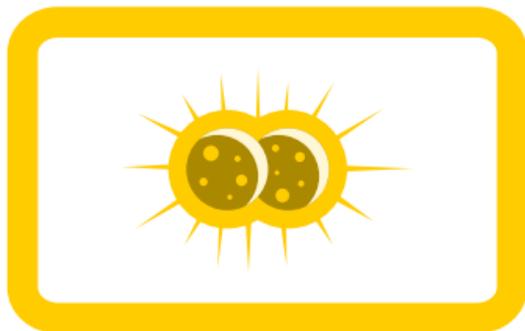
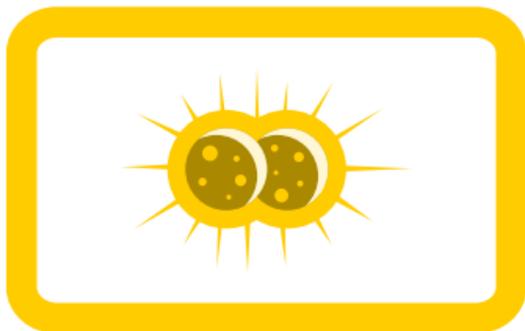




# CARTAS DO JOGO









Tipos de bactérias da primeira rodada:

--	--	--	--	--

Antimicrobiano:

--

*Bactérias sobreviventes na primeira rodada:*

--	--	--	--	--

Total de bactérias sobreviventes:

\_\_\_\_\_

**Lembrete:**

**O total de bactérias sobreviventes é o mesmo de bactérias que irão se reproduzir por divisão binária.**

Tipos de bactérias da segunda rodada:

--	--	--	--	--

Antimicrobiano:

--

*Bactérias sobreviventes na segunda rodada:*

--	--	--	--	--

Total de bactérias sobreviventes:

\_\_\_\_\_

Tipos de bactérias da terceira rodada:

--	--	--	--	--

Antimicrobiano:

--

*Bactérias sobreviventes na terceira rodada:*

--	--	--	--	--

Total de bactérias sobreviventes:

\_\_\_\_\_

Tipos de bactérias da quarta rodada:

--	--	--	--	--

Antimicrobiano:

--

*Bactérias sobreviventes na quarta rodada:*

--	--	--	--	--

Total de bactérias sobreviventes:

\_\_\_\_\_



Contagem de pontos:

***Número de rodadas com pelo menos uma bactéria viva:***

*(Dez pontos por rodada)*

$$\underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} = \underline{\quad}$$

***Número de bactérias vivas a cada rodada:***

*(Dez pontos por bactéria)*

$$\underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} = \underline{\quad}$$

***Número de tipos de resistência adquiridas:***

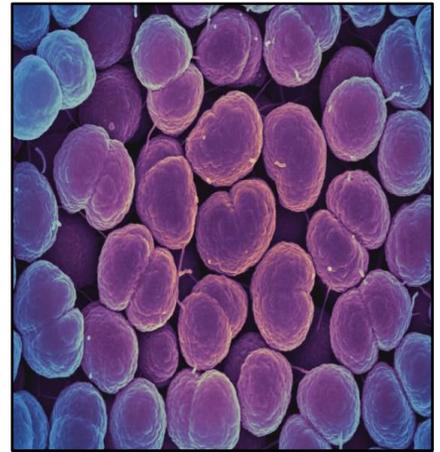
*(Cinquenta pontos por cada tipo de resistência)*

$$\underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} = \underline{\quad}$$

**Atividade 3:****A bactéria *Neisseria gonorrhoeae* e a gonorreia**

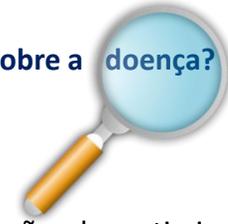
A infecção pela bactéria *Neisseria gonorrhoeae* pode provocar a gonorreia — uma Infecção Sexualmente Transmissível (IST). A transmissão também pode ocorrer da mãe para o filho no momento do parto, podendo provocar conjuntivite neonatal e cegueira no bebê.

A bactéria pode infectar a mucosa do sistema genital, do sistema intestinal (do reto ou da orofaringe) e a conjuntiva no olho, de forma assintomática ou sintomática. Também há risco de haver quadros sistêmicos com complicações cardíacas e nervosas.



*Neisseria gonorrhoeae*

**Que tal convidar os estudantes a investigarem sobre a doença?**



O tratamento da doença é feito através da administração de antimicrobianos. No entanto, cepas de *N. gonorrhoeae* resistentes aos antimicrobianos têm sido identificadas em diversos países, comprometendo a eficácia do tratamento. O processo de adaptação das populações de *N. gonorrhoeae* aos antimicrobianos se deu por meio de mutações, seguida da exposição às pressões seletivas impostas pelo uso de antimicrobianos. Nesse processo, as bactérias que apresentavam mecanismos de resistência a esses antimicrobianos sobreviveram, mantendo-se na população. Essas características foram passadas para seus descendentes por divisão binária, um mecanismo de reprodução assexuada. Além disso, puderam adquirir genes de outras bactérias através de processos como conjugação e transformação, o que agravou a disseminação dos genes de resistência aos antimicrobianos.

**Mas como essas bactérias fazem para sobreviver na presença do antimicrobiano?**

Essas bactérias conquistaram a capacidade de sobreviver na presença de antimicrobianos através do desenvolvimento de diversos mecanismos de resistência, tais como: alteração da permeabilidade celular; alterações morfológicas no local onde os fármacos deveriam se ligar; aumento do número de bombas de efluxo, que direcionam o medicamento para fora da célula; ou até mesmo a produção de enzimas que neutralizam ou degradam o antimicrobiano antes que ele chegue ao seu alvo.

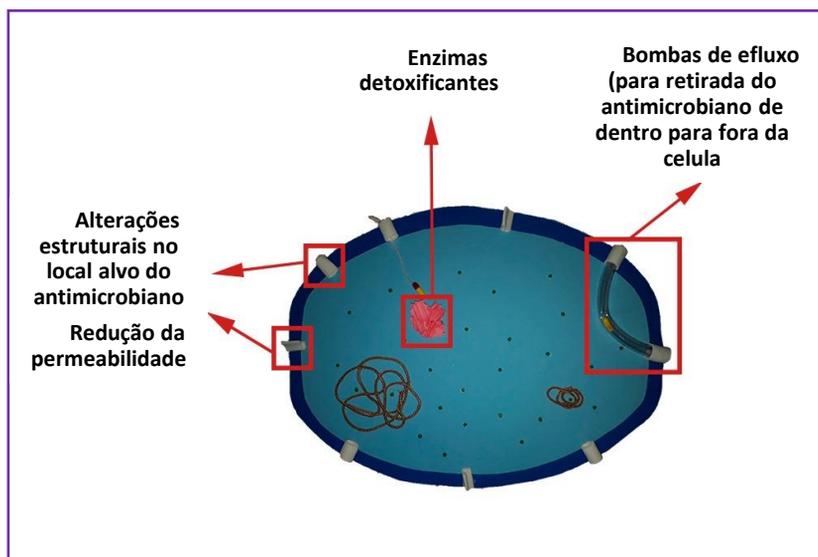
**AGORA É COM VOCÊ!**

**Como você pode abordar os mecanismos de resistência com seus alunos?**



## Sugestão de atividade

Você poderá dividir a turma em equipes e desafiar os estudantes a construírem modelos didáticos que possam representar os mecanismos de resistência aos antimicrobianos da bactéria *Neisseria gonorrhoeae*. Para confecção do modelo abaixo foram utilizados materiais de baixo custo, como isopor, EVA, barbante, miçangas, cola de isopor, tesoura e mangueira de silicone.



Exemplo de modelo didático representando os mecanismos de resistência presentes em uma célula bacteriana

## Para saber mais

Acessando o link a seguir você poderá conhecer o material “Resistência bacteriana aos antibióticos: o que você deve saber e como prevenir”:  
<https://portal.fiocruz.br/noticia/cartilha-alerta-para-os-riscos-da-resistencia-aos-antibioticos>

## Expediente:

**Organizadores:** Tania C. Araújo-Jorge, Felipe do E. S. Silva-Pires, Cristina X. de A. Borges, Valéria da Silva Trajano; **Projeto gráfico:** Heloisa Diniz – Serviço de produção e Tratamento de Imagem/IOC; **Impressão:** WalPrint Gráfica e Editora Ltda., Rio de Janeiro; **Tiragem:** 1000 exemplares.

Instituto Oswaldo Cruz  
Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos



Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**  
Fundação Oswaldo Cruz

Este material foi produzido pelo LITEB (FIOCRUZ), em parceria com o museu Espaço Ciência Viva. Pode ser reproduzido para fins educacionais, desde que seja assegurada a citação:

Oliveira, S.; Lopes, L. H.; Vitiello, P.; Tolentino, A. F.; Santos, T. V.; Nóbrega, R.; Kurtenbach, E.; Coutinho-Silva, R. As superbactérias causadoras da gonorreia. CienciArte no Ensino-Coleção Saúde e Ambiente/fascículo 5, LITEB/IOC/Fiocruz, Rio de Janeiro, 11 p., 2021.