



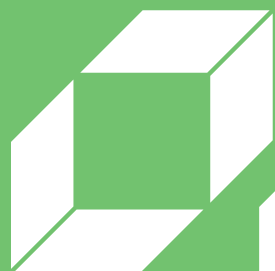
Lab in a Box

FUTURO COM CIÊNCIA

4

**Livro de
Protocolos**
2º ciclo

BACTÉRIAS VS ANTIBIÓTICOS – - UMA BATALHA SEM TRÉGUAS



Lab in a Box

FUTURO COM CIÊNCIA

BACTÉRIAS VS ANTIBIÓTICOS – - UMA BATALHA SEM TRÉGUAS

Os antibióticos são substâncias que ajudam a combater infeções bacterianas, levando à morte das bactérias ou à inibição do seu crescimento. Porém, o uso indiscriminado dos antibióticos tem levado ao aparecimento de bactérias resistentes aos mesmos, sendo este um dos maiores problemas da medicina moderna. Nesta atividade do Lab in a Box (LiB) estruturada como um jogo para despertar o espírito crítico e a curiosidade científica

sobre esta problemática, vamos perceber a importância de não se poder parar a meio um tratamento com antibiótico e como o uso inadequado destes medicamentos pode levar ao desenvolvimento de bactérias resistentes. Através deste jogo, e percorrendo as várias etapas do método científico, será possível avaliar como diferentes bactérias respondem a um tratamento com antibióticos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Reconhecer a importância das bactérias na vida dos organismos vivos
- Conhecer algumas bactérias patogénicas causadoras de doenças nos seres humanos
- Tomar conhecimento do mecanismo de resistência a antibióticos
- Compreender através de uma experiência a importância do uso adequado de antibióticos na prevenção do aparecimento de bactérias multirresistentes.

DISCIPLINA E CURRÍCULO

CIÊNCIAS NATURAIS

TEMA:

Agressões do meio e integridade do organismo

APRENDIZAGENS ESSENCIAIS:

1. Distinguir microrganismos patogénicos e microrganismos úteis ao ser humano, partindo de exemplos familiares aos alunos;
2. Discutir a importância das vacinas e do uso adequado de antibióticos e de medicamentos de venda livre.

DURAÇÃO

50 min

PALAVRAS-CHAVE

Antibióticos
Bactérias
Medicina
Microbiologia
Resistência a antibióticos

4 GRUPOS

(sugestão)



Que bactérias irão resistir melhor ao tratamento com antibiótico?



Porque não podemos parar de tomar o antibiótico quando nos sentimos melhor?



O que acontece se espaçarmos muito o tempo entre as tomas do antibiótico?

UM POUCO DE CIÊNCIA

As bactérias são organismos microscópicos extremamente bem-sucedidos que vivem numa grande variedade de ambientes: no ar, na água, no solo, dentro de outros seres vivos, e noutras lugares com condições completamente inóspitas à maioria dos seres vivos, como na Fossa das Marianas a 11 km de profundidade no mar. Toda a vida na Terra depende das bactérias para sobreviver. São as bactérias que fabricam algumas vitaminas fundamentais aos organismos vivos, que ajudam as

plantas a fixar o azoto da atmosfera, que ajudam no processo de decomposição de matéria morta e que fornecem os nutrientes necessários para sustentar a vida nos mais variados locais.

A grande maioria das bactérias são inofensivas para o ser humano. Na verdade, existem mais células bacterianas no nosso corpo do que células humanas!! "Nós não somos apenas nós mesmos. Somos também os micróbios que vivem dentro de nós." A grande maioria das bactérias presen-

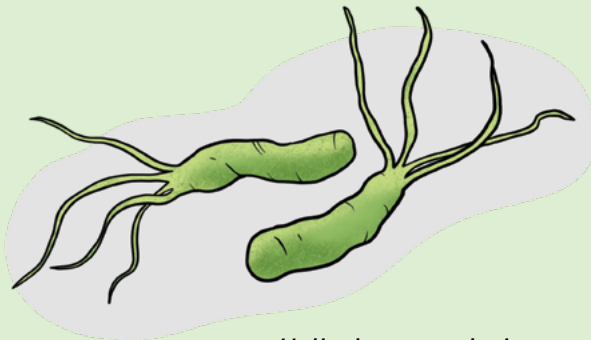
tes no nosso organismo encontra-se no intestino - microbiota intestinal. Cada pessoa tem um conjunto de bactérias diferentes no intestino que foram adquiridas à nascença e que na sua maioria não são patogénicas. O número, a diversidade e a composição dos próprios genes das bactérias presentes no nosso organismo depende ainda de características ambientais, como a idade, os hábitos alimentares, os medicamentos que tomamos. Esta diversidade de bactérias úteis ao ser humano pode também ser afetada por outros fatores como o stress, o tabaco, o álcool ou o consumo de drogas. Apesar das bactérias úteis aos seres vivos serem em muito maior número, existem também algumas que causam doenças infecciosas (Tabela 1), são as chamadas bactérias patogénicas. Quanto o sistema imunitário (as defesas do organismo) não consegue combater com eficácia estas bactérias, podem surgir infeções bacterianas. As doenças bacterianas fatais mais comuns são as que causam infeções respiratórias, matando cerca de 2 milhões de pessoas por ano.

Os antibióticos são medicamentos usados para matar as bactérias patogénicas que causam infeção ou para impedir a sua multiplicação, facilitando o trabalho do sistema imunitário no controlo da doença. São também usados noutras circunstâncias em que o sistema imune fica frágil como operações e quimioterapia. O primeiro antibiótico foi

Tabela 1

Exemplos de bactérias patogénicas e respetivas doenças e sintomas associados.

Bactéria	Doença causada pela bactéria	Sintomas
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Amigdalite	infeção na garganta
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose	inflamação dos pulmões
<i>Mycobacterium leprae</i>	Lepra	lesões graves na pele
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Pneumonia	febres altas e tosse
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Escarlatina	febre, manchas vermelhas no corpo
<i>Clostridium tetani</i>	Tétano	febre, dor de cabeça, afeta os músculos
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	diarreias graves
<i>Helicobacter pylori</i>	Úlcera, Gastrite	dor de estômago



Helicobacter pylori

descoberto 1928 por Alexander Fleming, um bacteriologista inglês. A descoberta de Fleming ocorreu por acaso quando as placas em que estava a estudar o crescimento da bactéria estafilococos foram acidentalmente contaminadas por um fungo do género penicillium. Fleming observou que junto destes fungos não existiam bactérias, o que o levou a descobrir a penicilina, uma substância bactericida (capaz de matar bactérias) produzida por estes seres. Antes da descoberta de Fleming,

as pessoas morriam frequentemente de pequenas feridas e infeções. Atualmente os antibióticos são substâncias sintéticas, produzidos em laboratórios, muitos deles derivados de substâncias naturais como é o caso da penicilina.

No entanto, muitos antibióticos perderam eficácia porque as bactérias se tornaram resistentes a eles ao longo do tempo, levando ao aparecimento de bactérias conhecidas como "superbactérias" ou bactérias multirresistentes. A resistência aos antibióticos significa que as bactérias ganharam a capacidade de resistir aos efeitos do medicamento que costumava matá-las. Esta resistência surge quando o material genético da bactéria sofre uma alteração (mutação) de forma a torná-la mais capaz de resistir ao medicamento ou quando permite que a bactéria lide com o antibiótico antes que ele possa causar algum efeito negativo. Essas mutações podem ocorrer quando as bactérias são expostas desnecessariamente a antibióticos e podem ser causadas quando as pessoas tomam antibióticos desnecessariamente, ou quando não os tomam durante o tempo necessário para travar a infeção bacteriana.

Como nem todas as bactérias são iguais, algumas podem ser mais resistentes a um determinado antibiótico do que outras. As bactérias menos resistentes são as que morrem primeiro aquando do tratamento com antibiótico, permanecendo

para o fim as bactérias mais capazes de resistir ao tratamento. Estas últimas têm maior probabilidade de se tornarem resistentes a antibióticos e substituir as bactérias que foram mortas. Como tal, no tratamento de uma infeção bacteriana, não basta tomar apenas uma dose do medicamento. É preciso cumprir a medicação até ao fim para evitar que as bactérias que têm melhores estratégias para resistir ao antibiótico sobrevivam às primeiras tomas do medicamento (Figura 1).

UM EXEMPLO PRÁTICO

Vamos imaginar uma infeção urinária causada por um número muito elevado de bactérias da espécie *Escherichia coli* na bexiga. Apesar das bactérias presentes na infeção serem da mesma espécie, elas não são exatamente iguais. Quando o médico escolhe um antibiótico, opta por aquele que é eficaz contra a maioria das bactérias presentes, mas nem sempre o antibiótico mata 100% das bactérias. O que acontece é que se o medicamento reduzir muito o número de bactérias, a infeção desaparece porque nosso sistema imunitário é capaz de controlar o que sobrou. No entanto, nem sempre o organismo consegue eliminar essas bactérias, o que permite que as mesmas se reproduzam e causem uma nova infeção, agora composta apenas por bactérias resistentes ao antibiótico escolhido inicialmente.

Na nossa sociedade o uso de antibióticos está disseminado por diferentes sectores. Na agricultura, pecuária e aquacultura por exemplo, os antibióticos são largamente administrados às espécies em criação como tratamento preventivo de certas doenças. Até que se perceba melhor o efeito dos antibióticos na seleção de bactérias

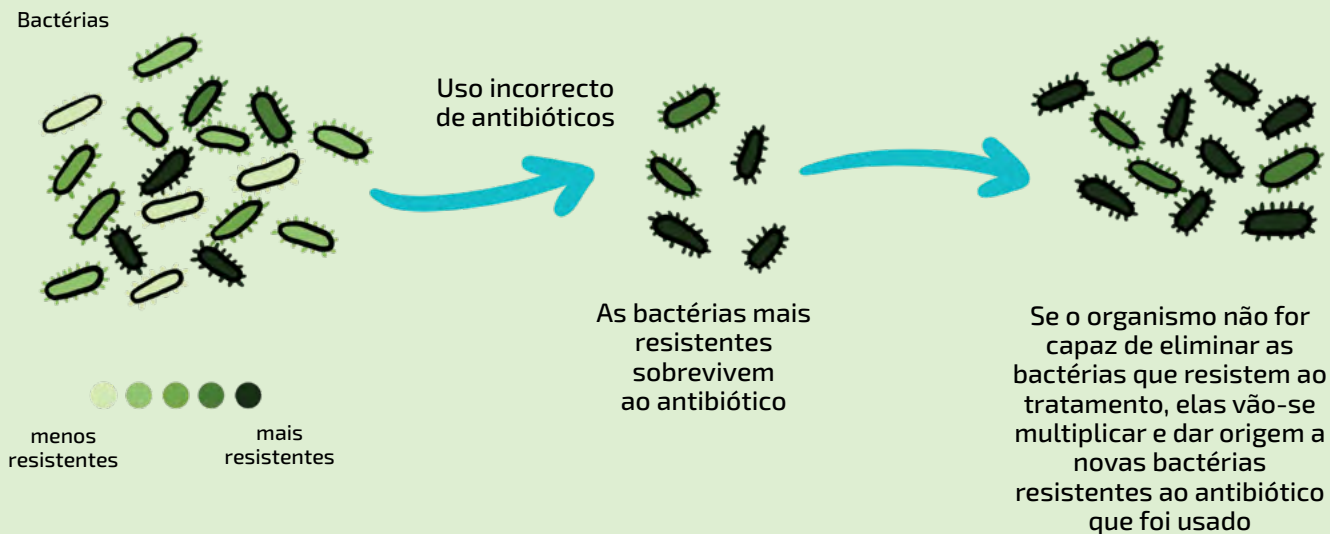
mais resistentes devemos limitar ao máximo possível o uso e o desperdício de antibióticos. Devemos também ter cuidado com os alimentos que ingerimos e cuidar bem das pequenas feridas que possamos fazer para impedir que ganhem infeção bacteriana e seja necessário recorrer aos antibióticos.

NOTAS IMPORTANTES

- O tratamento por antibióticos não funciona para tratar doenças causadas por vírus, como a gripe ou a covid19. Este tipo de medicamentos é usado para tratar doenças causadas por bactérias.
- Nunca se deve despejar o frasco de antibiótico nos esgotos domésticos por ser um risco para a saúde pública e contaminação ambiental, podendo potenciar a seleção das bactérias mais resistentes.

Figura 1

Esquema representativo do mecanismo de resistência aos antibióticos



DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Nesta atividade a ideia é investigar como funciona o mecanismo de resistência aos antibióticos nas bactérias. Para tal é necessário simular o comportamento de duas colónias de bactérias diferentes: i) as menos resistentes ao antibiótico, mas em muito maior número e ii) as mais resistentes ao antibiótico, mas em menor número. Qual das colónias conseguirá sobreviver mais tempo ao tratamento? E se a toma do antibiótico não for a ajustada, o que acontecerá? O objetivo desta atividade é que cada estudante compreenda melhor o mecanismo de resistência aos antibióticos e os perigos associados à interrupção a meio de um tratamento com antibiótico.



MATERIAL (por grupo)

- 15 dados azuis (representam as bactérias sem resistência aos antibióticos)
- 5 dados verdes (representam as bactérias com resistência aos antibióticos).*
- Ficha "Registo de Hipóteses"
- Ficha "Registo de Resultados"
- Ficha "Mini-Conferência"

* **Nota 1:** para a segunda parte da atividade podem ser necessários mais dados verdes (cerca de 15)

Nota 2: As cores dos dados azuis/verdes referidas nesta atividade, são meramente um exemplo, pelo que podem ser escolhidas outras cores.

AULA

1. Inicie a aula perguntando aos alunos se sabem o que são antibióticos e para que servem? Dê tempo e espaço para que os alunos se pronunciem. Explique aos alunos que os antibióticos servem para tratar doenças causadas por bactérias patogénicas e não para tratar doenças causadas por vírus. Dê alguns exemplos de algumas doenças causadas por bactérias (pneumonia, tuberculose, tétano, cólera). Refira também que para além das bactérias nocivas aos organismos, existem muitas mais que são indispensáveis à vida dos organismos.
2. Partilhe com os seus alunos e alunas a informação incluída na secção "**Um Pouco de Ciência**". Discuta com a turma umas das perguntas da atividade: Que bactérias irão resistir melhor ao tratamento com antibiótico? Serão as que estão presentes em maior número no organismo (mas que são menos resistentes ao antibiótico), ou serão as que estão presentes em número muito reduzido no organismo, mas →

que têm maior capacidade de resistir ao tratamento? Peça aos seus alunos para pensarem e colocarem a sua hipótese na Ficha de Registo de Hipóteses do Caderno de Laboratório Lab in a Box. Reforce o conceito de hipótese científica, uma suposição/explicação/previsão, baseada em conhecimento prévio, que pode ser testada numa experiência para se verificar se é verdadeira ou não.

3. Divida a turma em 3 grupos (sugestão) e peça a cada grupo para ir buscar o material do Kit Lab in a Box correspondente a esta atividade. Explique que cada um dos 15 dados azuis simboliza uma bactéria que apresenta uma baixa resistência ao antibiótico e que cada um dos 5 dados verdes simboliza uma bactéria resistente ao medicamento. Cada lançamento do conjunto total de dados irá representar a toma de uma dose de antibiótico (Figura 2).
4. Após o primeiro lançamento, as bactérias resistentes (dados verdes) permanecerão em jogo para a ronda seguinte se o dado mostrar um valor superior a 1 (ou seja, se sair o 2, o 3, o 4, o 5 ou o 6), descartando os dados em que saiu o valor 1 (ver Tabela 2); já nas bactérias sem resistência ao an-

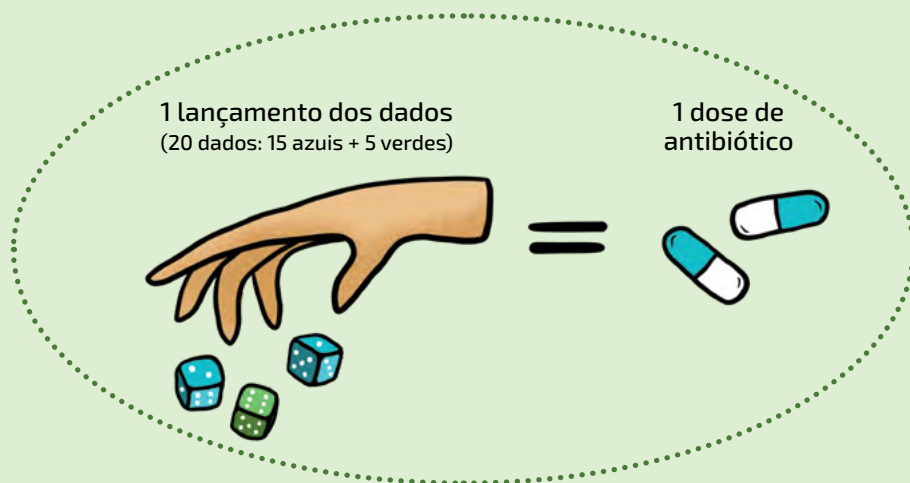
tibiótico (dados azuis), estas apenas permanecerão em jogo para a ronda seguinte caso tenha saído o número 6 nos dados (ver Tabela 2), sendo as restantes bactérias eliminadas para fora do jogo (dados com números inferiores a 6). O jogo terá tantas rondas quanto as que forem necessárias para eliminar as duas colónias de bactérias por completo. Para uma melhor percepção das regras do jogo veja o vídeo tutorial da atividade no site do site do Lab in a Box (<https://www.youtube.com/watch?v=BJFQ8yh-haw&t=6s>).

Tabela 2 - Regras do jogo 1

Bactérias	Eliminadas quando o dado marca:	Sobrevivem quando o dado marca:
RESISTENTES AO ANTIBIÓTICO	1	2 - 3 - 4 - 5 - 6
NÃO RESISTENTES AO ANTIBIÓTICO	1 - 2 - 3 - 4 - 5	6

Figura 2

Preparação inicial do jogo (15 dados que simulam as bactérias sem resistência ao antibiótico e 5 dados que simulam as bactérias com resistência).



Bactérias que são resistentes



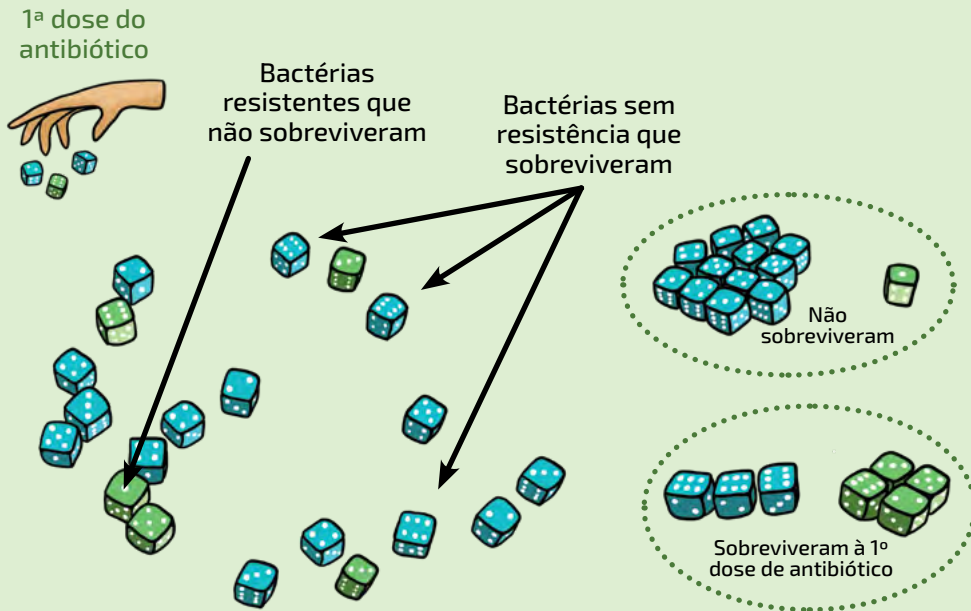
Bactérias que não são resistentes



5. A cada ronda que passa (que simula a toma de uma dose de antibiótico) peça aos alunos para registarem as suas observações na Ficha de Registo de Resultados do Caderno de Laboratório Lab in a Box. Quantas doses de antibiótico foram necessárias usar? Qual a colónia de bactérias que foi eliminada primeiro? E qual a que resistiu melhor ao antibiótico?

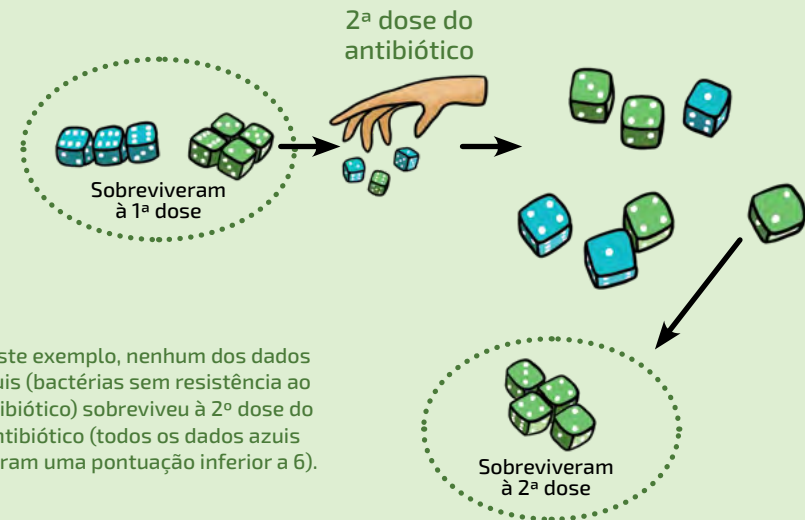
6. Num novo jogo, irá agora simular que o antibiótico está a ser tomado de forma desajustada da prescrição médica, isto é, com demasiado espaçamento entre as doses, pelo que a medicação não está a ser capaz de impedir o crescimento do número de bactérias. Para tal, e partindo inicialmente com o mesmo número de bactérias (15 bactérias não resistentes ao anti-

LANÇAR 15 BACTÉRIAS SEM RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS E 5 BACTÉRIAS RESISTENTES



Exemplo: Registo do número de bactérias que sobreviveram neste exemplo à primeira dose do antibiótico

Bactéria	Dose 0	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 5	Dose 6	Dose 7	Dose 8
Resistentes ao antibiótico	5	4							
Não resistentes ao antibiótico	15	3							



Neste exemplo, nenhum dos dados azuis (bactérias sem resistência ao antibiótico) sobreviveu à 2ª dose do antibiótico (todos os dados azuis tiveram uma pontuação inferior a 6).

Exemplo: Registo do número de bactérias que sobreviveram neste exemplo à segunda dose do antibiótico

Bactéria	Dose 0	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 5	Dose 6	Dose 7	Dose 8
Resistentes ao antibiótico	5	4	4						
Não resistentes ao antibiótico	15	3	0						

biótico e 5 resistentes ao antibiótico), irá iniciar o tratamento com antibiótico. No entanto, neste novo jogo, a cada ronda que passa e após eliminar as bactérias que não sobreviveram ao antibiótico, adicione uma nova bactéria (dado da respetiva cor) por cada uma que sobreviveu.

7. Peça aos alunos para refletirem sobre a questão: "O que acontece se espaçarmos muito o tempo entre as tomas do antibiótico?" e anotarem as suas hipóteses na Ficha de Registo de Hipóteses do Caderno de Laboratório Lab in a Box.
8. A cada lançamento dos dados, cada grupo deve agora anotar as suas observações na Ficha Registo de Resultados do Caderno de Laboratório Lab in a Box (atenção que agora o registo deverá incluir as novas bactérias adicionadas por cada uma que sobreviveu). Foi possível eliminar ambas as colónias? Está a ser possível controlar a infeção?
9. Reflita em conjunto com a turma sobre o que o que pode estar a acontecer. Caso nesta simulação não esteja a ser possível impedir o crescimento das bactérias, é necessário ao fim da segunda ronda mudar de antibiótico e passar a respeitar o tempo entre as tomas que foi prescrito pelo médico para que não haja crescimento do número de bactérias. Peça então a cada grupo que simule o tratamento com um novo antibiótico mais forte na 3ª ronda (sem adição de novas bactérias a cada ronda) segundo a seguinte regra:

Tabela 3 - Regras do jogo 2

Bactéria	Eliminadas quando o dado marca:	Sobrevivem quando o dado marca:
RESISTENTES AO ANTIBIÓTICO	1 - 2 - 3 - 4	5 - 6
NÃO RESISTENTES AO ANTIBIÓTICO	1 - 2 - 3 - 4 - 5	6

10. Peça aos alunos para registarem as novas observações na Ficha Registo de Resultados do Caderno de Laboratório Lab in a Box. Foi possível controlar a infeção? Quantas tomas do novo antibiótico foram necessárias?
11. **Mini-Conferência Científica:** É importante que cada estudante partilhe observações, ideias e resultados com o resto da turma. Peça para refletirem sobre a questão: Porque não podemos parar de tomar o antibiótico quando nos sentimos melhor? Qual a importância de tomar a medicação conforme a prescrição médica? As hipóteses que escreveram inicialmente estavam corretas? Explique à turma que mesmo quando as hipóteses escritas previamente não foram corretas, o importante é o que foi aprendido com a experiência e que a informação recolhida é muito valiosa na construção de novo conhecimento que irá levar à formulação de novas hipóteses. Que conclusões se podem tirar sobre esta atividade? Um representante de cada equipa deve anotar as principais conclusões na ficha Mini-Conferência do Caderno de Laboratório.
12. Conclua a aula, revendo com os alunos os objetivos da aprendizagem. No fim da experiência os alunos devem arrumar o material de volta na caixa Lab in a Box.

RESULTADOS ESPERADOS

No primeiro jogo espera-se que as bactérias que são menos resistentes ao antibiótico sejam as primeiras a ser eliminadas e que as mais resistentes ao medicamento sejam as que sobrevivem durante mais tempo.

Quando os antibióticos são tomados sem respeitar a dosagem e o espaçamento entre tomas podem fazer com que não sejam eficazes na inibição do crescimento das bactérias. Quando os médicos prescrevem um medicamento, o intervalo entre as doses é calculado de acordo com estudos prévios que já demonstraram o tempo que leva para que a concentração do medicamento no organismo seja reduzida a metade. Uma dose ingerida antes da hora pode

causar intoxicação ou, simplesmente, pode não ser absorvida pelo organismo. Pelo contrário, se passar muito tempo da hora de tomar o remédio a concentração da substância irá diminuir muito e a infeção não ficará controlada. Como tal, no segundo jogo é possível observar que quando a toma da medicação não é ajustada, as bactérias poderão continuar a multiplicar-se, especialmente as mais resistentes ao tratamento, pelo que ficará difícil controlar a infeção bacteriana. É esperado que a partir da 4ª dose (quando se muda de antibiótico e este passa a ser tomado adequadamente) seja possível assistir também a uma redução do número de bactérias resistentes até que sejam definitivamente eliminadas.

PORQUE É QUE ISTO É RELEVANTE

O jogo “Bactérias Vs Antibióticos, uma batalha sem tréguas” deve ajudar os alunos e alunas a concluir que não se deve abandonar o tratamento com antibiótico a meio, pois mesmo que o organismo já se sinta melhor, uma ou duas doses de antibiótico podem não ser suficientes para eliminar por completo uma infeção bacteriana. Daí a importância de tomar a medicação até ao fim para evitar o desenvolvimento de bactérias resistentes. O tempo entre as tomas de antibiótico também deve ser respeitado para garantir a máxima eficácia do tratamento.

Aproveite para reforçar que os antibióticos não servem para tratar doenças causadas por vírus e que nunca devem ser despejados nos esgotos domésticos pelo perigo de contaminação ambiental associado, que pode pôr em risco a saúde pública e potenciar a seleção de bactérias multirresistentes.

PARA IR MAIS ALÉM

No Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC) em Oeiras, focado na investigação biomédica, existem cientistas que estudam a forma como os diferentes microrganismos se relacionam com os seres humanos. Os micróbios não são apenas importantes porque são patogênicos, como SARS-CoV-2, bactérias, entre outros, mas também porque existem micróbios que são benéficos para o corpo humano. No IGC, grupos de cientistas procuram responder a questões como:

- i) De que forma os microrganismos interagem entre si e como é que afetam o seu hospedeiro?
- ii) De que forma os microrganismos são influenciados pela dieta e pelos antibióticos?
- iii) Como é que se adaptam para prosperar no ambiente onde vivem?

Isabel Gordo, investigadora principal do grupo de Biologia Evolutiva do IGC, estuda a evolução nas bactérias e os mecanismos de resistência a antibióticos. Para aprender mais sobre este tema e a investigação desenvolvida neste grupo de investigação, visite o site do IGC <https://gulbenkian.pt/ciencia/pt-pt/research-groups/igordo-pt-pt/>

No seguimento da implementação deste protocolo experimental, e caso tenha tempo de aula, sugira à sua turma os seguintes desafios:

1. Experimente aumentar o número de dados para cada grupo de bactérias ou altere a proporção de bactérias mais resistentes versus não resistentes. Como é que esta alteração irá afetar os resultados?
2. Mude as regras do jogo e altere a dosagem do antibiótico mudando as condições em que as bactérias sobrevivem (resultados relativos ao lançamento dos dados). Pode também adicionar 10 bactérias “intermediamente resistentes” representadas por 10 dados de uma terceira cor à mistura original de bactérias. Deixe por exemplo que essas bactérias sobrevivam apenas quando o resultado do teste for 4, 5 ou 6. Que resultados obtém com três tipos diferentes de bactérias?

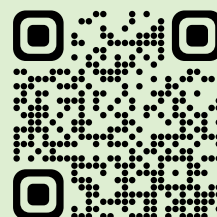
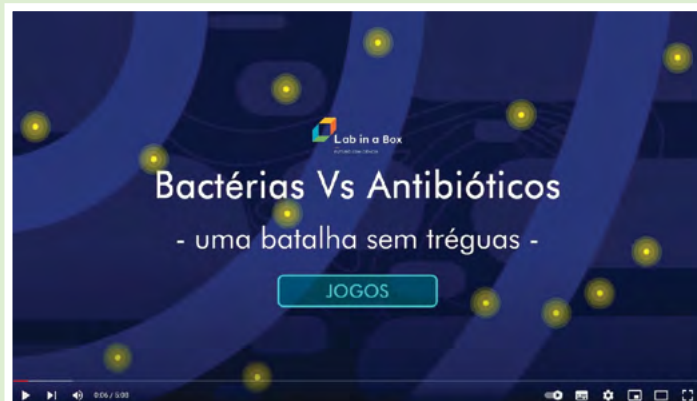
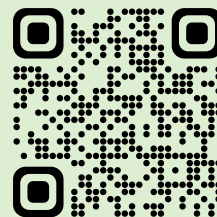
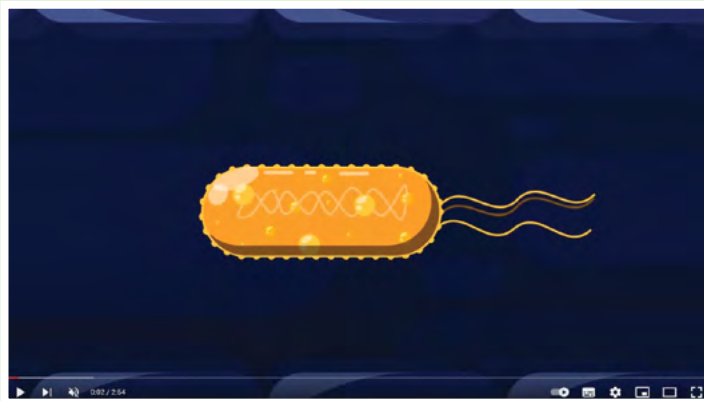
3. Considere explorar os recursos online referentes a este protocolo Lab in a Box em <https://www.youtube.com/watch?v=0tThJOJunBU> e <https://www.youtube.com/watch?v=BJFQ8yh-haw&t=4s>). Pondere promover a interdisciplinaridade com outras disciplinas:
1. **Interligação com a matemática:** Num papel quadriculado experiente representar graficamente os resultados (consulte recurso online em <https://www.youtube.com/watch?v=0tThJOJunBU>). No eixo horizontal, escreva o número de doses (isto é, quantas vezes foram lançados os dados) e no eixo vertical o número de bactérias sobreviventes após cada dose. Em conjunto com os seus alunos compare os gráficos para as bactérias mais resistentes *versus* não resistentes.
 2. **Interligação com o português e as artes:** Peça às crianças para criarem uma história alusiva ao tema Bactérias Vs Antibióticos e peça-lhe para que a ilustrem. Partilhe as criações dos seus alunos e alunas nas redes sociais da escola e com o Lab in a Box através do e-mail labinabox@igc.gulbenkian.pt
 3. **Interligação com a Educação Física:** Explique às crianças que através de um jogo irão simular o tratamento com antibióticos de uma infeção bacteriana. Divida a turma de acordo com a seguinte regra:
 - 12 crianças com colete amarelo (bactérias)
 - 2 crianças com colete laranja (antibióticos)
 - restantes crianças (doses adicionais de antibióticos com colete laranja)

Tempo estimado de duração do jogo: 5 -10 min.

Regras do jogo: As crianças de colete laranja (antibióticos) devem tentar apanhar as crianças de colete amarelo (bactérias). A cada minuto que passa, 2 novas crianças devem juntar-se à equipa dos antibióticos, simulando desta forma uma nova dose de medicamento administrada. O jogo termina quando todas as bactérias forem apanhadas pelos antibióticos ou 1 minuto após as últimas duas crianças se terem juntado à equipa dos antibióticos. No final, caso ainda haja crianças de colete amarelo em jogo (bactérias mais resistentes), a equipa das bactérias sairá vencedora, caso contrário ganhará a equipa dos antibióticos. Foi possível controlar a infeção? Se sim, quantas doses de antibiótico foram necessárias para eliminar a colónia de bactérias?



RECURSO DIGITAL VÍDEO BACTÉRIAS VS ANTIBIÓTICOS



Créditos dos Vídeos Lab in a Box

Coordenação e desenvolvimento de conteúdos Maria João Verdasca

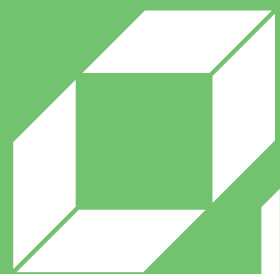
Revisão Científica: Isabel Gordo e Mónica Bettencourt Dias

Ilustração, Animação e Narração: Fredilson Melo

Música: purple-planet.com

Efeitos sonoros: Pixabay.com





Lab in a Box

FUTURO COM CIÊNCIA

