

MUL+IPLIERS

MATERIAL ALUMNAT: RESISTÈNCIA ANTIMICROBIANA



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme Under Grant Agreement No. 101006255.

Autoria: Èlia Tena, Maria Navarro-Palà, Anna Garrido - Espeja i Digna Couso

En l'elaboració d'aquest document han participat: Cesc Ayora (Escola Tecnos), Anna Barbosa (INS Ca n'Oriac), Núria Fusté (Escola Vedruna Gràcia), Pilar Jiménez (INS Narcisa Freixes), Núria Pérez (INS Narcisa Freixes), Laura Selva (INS Narcisa Freixes) i Clara Torres (IE Feixes)

Assessorament didàctic: Elena Gayan

Assessorament científic: Susanna Campoy i Montserrat Llagostera

Assessorament tècnic: Rafael Sánchez Mejías

Aquest projecte s'ha dut a terme amb el suport del grup de recerca SGR ACELEC, ref.2021 SGR 00647 i en el context del projecte Multipliers: Multiplayer's Partnership to Ensure Meaningful Engagement with Science and Research (Grant Agreement No 101006255).

Citar com:

Tena, E., Navarro-Palà, M., Garrido-Espeja, A., i Couso, D. (2025) Material alumnat: Resistència antimicrobiana. Multipliers Project. Material Docent. UAB.

Llicència creative commons Reconeixement – No comercial – Obra derivada



MUL+IPLIERS

MATERIAL ALUMNAT BLOC 1:

Quan m'haig de prendre antibiòtic?



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme Under Grant Agreement No. 101006255.

Bloc 1 – Quan m’haig de prendre antibiòtic?

Autoria: Èlia Tena, Maria Navarro-Palà, Anna Garrido-Espeja i Digna Couso

En l’elaboració d’aquest document han participat: Cesc Ayora (Escola Tecnos), Anna Barbosa (INS Ca n’Oriac), Núria Fusté (Escola Vedruna Gràcia), Pilar Jiménez (INS Narcisa Freixes), Núria Pérez (INS Narcisa Freixes), Laura Selva (INS Narcisa Freixes) i Clara Torres (IE Feixes)

Assessorament didàctic: Elena Gayan i Anna Marbà - Tallada

Assessorament científic: Susanna Campoy i Montserrat Llagostera

Assessorament tècnic: Rafael Sánchez Mejías

Aquest projecte s'ha dut a terme amb el suport del grup de recerca SGR ACELEC, ref.2021 SGR 00647 i en el context del projecte Multipliers: Multiplayer’s Partnership to Ensure Meaningful Engagement with Science and Research (Grant Agreement No 101006255).

Citar com:

Tena, E., Navarro-Palà, M., Garrido- Espeja, A., i Couso, D. (2025) Material alumnat: Resistència antimicrobiana. Bloc 1. Quan m’haig de prendre antibiòtic? Multipliers Project. Material Docent. UAB.

Llicència creative commons Reconeixement – No comercial – Obra derivada



BLOC 1. Quan m'haig de prendre antibiòtic?

BLOC 1. QUAN M'HAIG DE PRENDRE ANTIBIÒTIC?

UNA VISITA AL METGE

- En els últims mesos moltes persones han anat al metge amb diferents casos. De totes elles, hem seleccionat aquelles que ens semblen especialment interessants. Llegeix alguns dels casos següents, comenta'ls amb els companys i companyes que tenen el mateix cas que tu i després torna al teu grup de treball per compartir els casos.



CAS 1
Marta Pérez



CAS 2
Dylan Flores



CAS 3
Aya Mensah



CAS 4
Jun Hue



CAS 5
Paul Smith



CAS 6
Mohamed Ait



CAS 7
Luar Navarro



CAS 8
Anna García

BLOC 1. Quan m'haig de prendre antibiòtic?

- Utilitzant la informació que apareix al cas que heu llegit i les vostres idees inicials, ompliu per a cadascun dels casos la part vermella

Nom del pacient	Quins símptomes té?	Què ens fa pensar que el sistema immunitari està actiu i s'està defensant d'un microorganisme infecciós?	Quina malaltia sospita l'equip mèdic que té?	Quin tipus de microorganisme ha causat la malaltia i què el caracteritza? A quina família en concret pertany? Què caracteritza aquesta família?	Quins tractaments preescrits per l'equip mèdic i automedicats ha seguit?	Quin efecte tenen els medicaments que ha pres? De quina manera provoquen aquest efecte? Quin medicament li han receptat?, de quina manera provoquen aquest efecte?, ha pres medicaments que no li havien receptat? , quines conseqüència ha tingut aquesta automedicació?
Marta Pérez						
Dylan Flores						
Aya Mensah						

BLOC 1. Quan m’haig de prendre antibiòtic?

Jun Hue						
Paul Smith						

BLOC 1. Quan m'haig de prendre antibiòtic?

- Utilitzant la informació que apareix al cas que heu llegit i les vostres idees inicials, ompliu la taula següent per a cadascun dels casos que us ha tocat llegir

Nom del pacient	
Què sabem llegint el cas?	 Quins símptomes té?  Quina malaltia sospita l'equip mèdic que té?  Quins tractaments prescrits per l'equip mèdic i automedicats ha seguit?
Què podem deduir després del que hem treballat a les diferents activitats ?	 Què ens fa pensar que el sistema immunitari està actiu i s'està defensant d'un microorganisme infecciós? - Què està fent el sistema immunitari?  Quin tipus microorganisme ha causat la malaltia i què el caracteritza? - A quina família de microorganismes en concret pertany? - Quines són les seves característiques principals?  Quin efecte tenen els medicaments que ha pres? De quina manera provoquen aquest efecte? - Quin medicament li han receptat? - De quina manera provoquen aquest efecte? - Ha pres medicaments que no li havien receptat? - Quines conseqüència ha tingut aquesta automedicació?

1.1 Com podem caracteritzar els diferents microorganismes?

1.1 COM PODEM CARACTERITZAR ELS DIFERENTS MICROORGANISMES?

MICROORGANISMES: QUI ÉS QUI?

Sovint parlem de microorganismes com un gran grup molt heterogeni d'éssers vius que no podem observar a simple vista, alguns dels quals interaccionen amb cèl·lules d'altres éssers vius, provocant-los efectes positius o negatius. Per exemple, a la nostra pell o l'intestí hi viuen moltes espècies de microorganismes que ens ajuden a tenir unes condicions òptimes per les nostres cèl·lules. També però hi ha espècies de microorganismes que a l'interaccionar amb les cèl·lules d'altres éssers vius, fan que les cèl·lules morin. Aquests microorganisme són els que causen malalties infeccioses i els anomenem patògens... Però, tots els microorganismes que causen malalties són iguals?

- A les següents fitxes trobaràs els apunts de microbiòlegs amb dades de diferents microorganismes que causen malalties i altres que no. En grups, observeu la informació que apareix en les diferents fitxes i proposeu una primera classificació fixant-vos en les característiques de cada microorganisme, la seva forma i les seves parts, etc.

Mentre ho feu identifiqueu i compartiu els vostres criteris: *en què us fixeu?, Quines característiques tenen en comú els microorganismes que heu classificat junts?, Què diferencia aquests microorganismes de la resta de grups de microorganismes?, Quin nom posaríeu a aquest grup?*

Què trobem en la fitxa del microorganisme?

Nom científic del microorganisme

En aquest requadre hi podeu trobar una imatge fotogràfica del microorganisme al que fa referència la fitxa.

Degut a la mida que tenen els microorganismes, no es poden veure a simple vista, per això, s'especifica si s'ha obtingut amb un microscopi òptic o electrònic.



Microscopi òptic



Microscopi electrònic

Descripció i font de la imatge



En aquest espai, hi ha un dibuix del microorganisme amb les parts principals d'aquest assenyalades.

A diferència del que hi ha al requadre de sobre, això no són fotografies, si no dibuixos teòrics!



Sota les marques de mesura, hi trobareu la mida del microorganisme

Característiques clau:

En aquest espai hi trobareu un llistat de diferents parts de la cèl·lula que poden estar presents en el microorganisme descrit. La presència o absència d'aquestes estructures permet als microbiòlegs classificar els microorganismes.

Si el microorganisme presenta l'estructura es marca amb ☒ Si al contrari, no té aquella estructura es marca amb ☐

Interacció amb humans

En aquest apartat s'hi descriu quina relació manté aquest microorganisme amb l'ésser humà.

1.1 Com podem caracteritzar els diferents microorganismes?

- Ompliu la següent taula amb les vostres idees i classificació (utilitzeu tantes files com sigui necessari pel vostre grup).

[illegible]

1.1 Com podem caracteritzar els diferents microorganismes?

Les persones que es dediquen a la ciència han establert uns acords en relació a quines de les característiques dels microorganismes són clau per a la seva classificació.

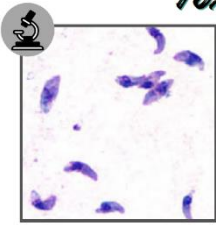
- A continuació alguns experts/expertes us comparteixen alguns criteris en els quals es fixen. Llegeix atentament les seves idees i raonaments.

Una de les primeres característiques en les quals ens fixem les persones que ens dediquem a la ciència per diferenciar uns microorganismes d'altres és si aquests fan les tres funcions vitals (nodrir-se, relacionar-se i reproduir-se) per si mateixos i, per tant, **els podem considerar éssers vius o no**.

Mira les fitxes dels microorganismes que hi ha a continuació. Si et fixes bé, als microorganisme de l'esquerra es veu una part més fosca dins seu que és el nucli. Si et fixes en l'esquema, a l'interior del nucli hi ha el DNA. En canvi, als microorganismes que hi ha a la dreta això no es veu perquè el DNA es troba dispers per tot el citoplasma.

Diferenciar entre **cèl·lules eucariotes**, que són les que tenen nucli, i **cèl·lules procariotes**, que no el tenen, és clau per classificar els microorganismes, per tractar les seves infeccions amb medicaments...

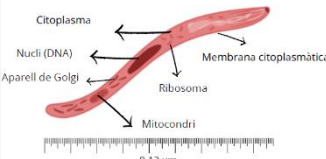
Toxoplasma gondii



Imatge de microscopi òptic. Extret de la Wikipedia en anglès.

Característiques clau:

- Ésser viu ✓
- Paret cel·lular ✗
- Citoplasma ✓
- Nucli ✓
- Ribosomes ✓
- Altres òrgans cel·lulars (p.ex. aparell de Golgi, mitocondris...) ✓
- Pluricel·lular ✗

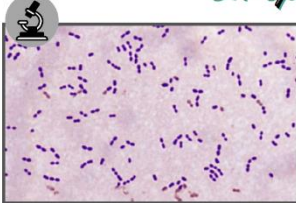


Interacció amb humans

Toxoplasmosi

MUL+IPLIERS

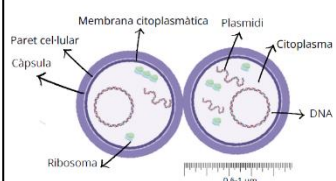
Streptococcus



Imatge de microscopi òptic després d'una tinció de Gram. Extret del manual MSD.

Característiques clau:

- Ésser viu ✓
- Paret cel·lular ✓
- Citoplasma ✓
- Nucli ✗
- Ribosomes ✓
- Altres òrgans cel·lulars (p.ex. aparell de Golgi, mitocondris...) ✗
- Pluricel·lular ✗



Interacció amb humans

Faringitis estreptocòccica, escarlatina i impetigen

MUL+IPLIERS

Quan dubtem entre si té o no un nucli vertader, ens fixem també en si hi podem trobar o no **diferents òrgans cel·lulars**. La majoria de cèl·lules tenen ribosomes però, podeu trobar microorganismes amb altres òrgans com l'aparell de Golgi, els mitocondris...?

1.1 Com podem caracteritzar els diferents microorganismes?

Una altra característica molt important en la qual ens fixem és si els microorganismes **tenen paret cel·lular o no**. Això ens serveix sobretot quan pensem en quines parts del microorganisme poden ser la diana d'un medicament, és a dir, quines parts podem "atacar" amb els medicaments. Trobes microorganismes amb paret i sense?

A banda dels aspectes anteriors, moltes vegades també ens fixem en la **mida** que tenen els diferents microorganismes. Si us fixeu en les fitxes, segurament podreu trobar microorganismes més grans i més petits.

- Després de conèixer els criteris que utilitzen els i les professionals de la ciència anteriors, reviseu la vostra classificació i modifiqueu el que creieu necessari. Feu ús de la taula a continuació:

Quin nom li doneu a aquest grup de microorganismes?	Quins microorganismes pertanyen a aquest grup?	Quines són les principals característiques ?

1.1 Com podem caracteritzar els diferents microorganismes?

- **Comenteu:**

- Quins aspectes que heu tingut en compte també són rellevants pels professionals?
- Quins aspectes que no heu tingut en compte, sí que els han destacat els i les professionals?
- Què passaria si classifiquéssim els microorganismes per mida? Prova-ho i analitza quins grups es mantenen i quins no.

1.1 Com podem caracteritzar els diferents microorganismes?



SABIES QUE...?

Els microorganismes que hem estat classificant, són més petits que les cèl·lules de la nostra pell. És a dir, són molt i molt petits i si els comparem entre ells, també podem veure que uns són molt més grans que els altres.

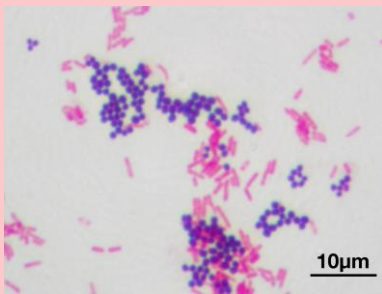
Per ajudar-te a imaginar-ho, pots fer servir aquesta web:
<https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>

- Poseu en comú la taula amb els vostres companys/es i feu els canvis necessaris en ella per construir una taula final consensuada amb la resta de la classe.



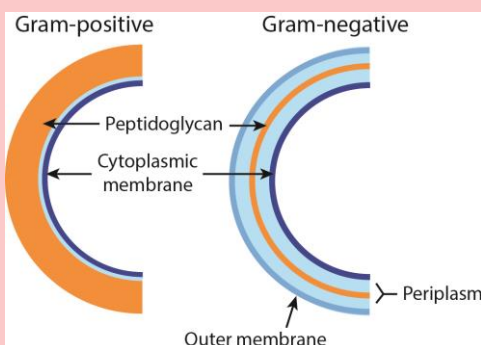
AMPLIACIÓ - SABIES QUE...?

Per a observar els bacteris al microscopi moltes vegades es fa servir la tinció de Gram.



En la imatge del costat, apareixen bacteris tenyits amb la tinció de gram. Per a fer la preparació s'han fet servir els mateixos tints per a tots els bacteris però hi ha bacteris allargats (bacils) de color rosa i bacteris arrodonits (cocs) de color violeta blavós. Els bacteris que en una tinció de Gram es tenyeixen de color blau violeta s'anomenen Gram positius mentre que els que es tenyeixen de rosa s'anomenen Gram negatius.

Les diferències en la tinció de Gram són rellevants perquè posen de manifest diferències en l'estructura de la paret bacteriana. Els bacteris gram positiu tenen una capa de peptidoglicans per sobre la membrana cel·lular, mentre que els gram negatiu tenen la capa de peptidoglicans que recoberta per una altra membrana.



Si et fixes en les imatges que hi ha en les fitxes dels microorganismes veuràs que hi ha tres tincions de Gram. Una de color violeta del *Streptococcus pyogenes* (que és gram +) i dues de color rosa de *Escherichia coli* i *Neisseria Gonorrhoeae* (que és gram -).

Serratia marescens és Gram negativa i *Lactobacillus spp.* Gram positiva.

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

QUÈ PASSA QUAN UN MICROORGANISME PATÒGEN ENS INFECTA?

El nostre cos està preparat per a protegir-se de microorganismes que poden perjudicar-lo. El responsable d'aquesta protecció és el sistema immunitari.

Davant una infecció és possible que en un primer moment el sistema immunitari es vegi desbordat, però normalment a mesura que passen els dies controla la malaltia. Pensa en refredats o diarrees autolimitades: Encara que passem un període en què ens trobem malament i tenim molts símptomes, ens curem gràcies a que el nostre cos ha estat capaç d'eliminar el microorganisme.

COM FUNCIONA?

El nostre sistema immunitari és molt complex! Però per entendre com funciona, ens podem imaginar que és com un castell que vol protegir-se dels invasors (microorganismes). Hi ha 3 components bàsics del nostre sistema immunitari:

1. BARRERES FÍSQUES (INESPECÍFIC)



COLORADO
UNIVERSITY COLORADO SPRINGS

Eviten que els microorganismes entrin a l'organisme actuant com una barrera o una tanca.

Un exemple és la pell, però també la mucositat, l'àcid de l'estómac, la tos i els esternuts que expulsen intrusos dels pulmons...

Si pensem en un castell, seria la muralla: una barrera que impedeix el pas.



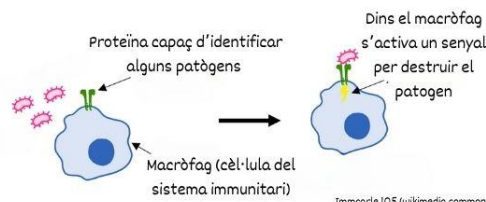
2. SISTEMA IMMUNITARI INNAT (INESPECÍFIC)

Té com a missió identificar substàncies o cèl·lules que no són pròpies i són perjudicials i oferir una resposta immediata però no específica, és a dir, reacciona de la mateixa manera contra un bacteri que contra un altra, o contra una toxina o una altra.

Formen part d'aquest sistema immunitari:

- Sistema complement: A través de diferents elements identifica i marca els patògens, inicia la seva destrucció i promou la neteja de cèl·lules mortes.
- La inflamació i la febre: La inflamació provoca dilatació dels vasos sanguinis i els fa més permeables per facilitar l'arribada de més elements del sistema immunitari a la zona.

En un castell equivaldria a tots aquells cavallers que fan guàrdia: vigilen darrere la muralla, inicien el primer atac i avisen a altres companys.



3. SISTEMA IMMUNITARI ADAPTATIU (ESPECÍFIC)

S'activa degut al sistema immunitari innat però ofereix una resposta diferent per a cada patògen específicament amb la finalitat de millorar la resposta. Aquesta resposta "millorada" genera cèl·lules memòria, per això, davant una altra infecció pel mateix microorganisme la resposta serà més ràpida i potent.

Podem entrenar aquesta memòria immunitària amb les vacunes: es generen cèl·lules memòria sense necessitat d'haver patit la malaltia prèviament.

En un castell equivaldria a aquells guerrers que disposen d'armes o aptituds específiques com lluitar amb espases o tirar amb arc.



EL SISTEMA IMMUNITARI ÉS LA MILLOR DEFENSA ENFRONT ELS PATÒGENS I AIXÒ EL FA IMPRESCINDIBLE PER COMBATRE LES MALALTIES

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?



SABIES QUE...?

Més enllà de l'acció del sistema immunitari, el sistema nerviós també participa protegint-nos enfront lesions i altres perills (com poden ser les infeccions).

El dolor i el pruit (picor) són sensacions nervioses que tenen com a finalitat avisar-nos d'una lesió o situació de perill que requereix atenció. Per exemple, al tocar alguna cosa que crema la sensació dolorosa ens fa retirar la mà de manera immediata i evita que ens fem més mal.

Un altre exemple podria ser la tos, que és una expulsió brusca, violenta i sorollosa d'aire del tòrax que es produeix com a resposta a la inflamació o la presència d'un cos estrany a l'arbre bronquial.

- **Utilitza el que has pogut llegir a la infografia al voltant dels components bàsics del sistema immunitari per pensar i respondre les següents preguntes.**
 - En cas d'un virus que causa infeccions respiratòries, per exemple la Grip A, quines barreres físiques supera per tal de poder causar aquesta infecció?
 - En el cas de la infecció per Grip A, com imagines que respondrà el sistema immunitari? Quins mecanismes s'han activat?
 - Davant una infecció per un microorganisme patògen creus que hi haurà diferència entre la reacció del cos d'una persona vacunada respecte aquell patògen d'una persona que no ho està? Podries explicar-ho?

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

- Imagina el camí que ha fet el microorganisme que ha infectat el pacient d'un dels casos des que es trobava fora del cos de la persona (a una superfície, suspès en l'aire...) fins que entra al cos d'una persona. Quines barreres físiques ha hagut de saltar el microorganisme?

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

1.3 COM ACTUEN ELS MEDICAMENTS DAVANT D'UNA INFECCIÓ?

Per a què necessitem medicaments?

El sistema immunitari humà ens permet fer front a les malalties infeccioses. No obstant això, a vegades necessitem el suport de medicaments. A la següent infografia podeu trobar els principals motius perquè això passa.



- Quan has anat al metge t'han receptat medicaments? Recordes algun nom i per a què els has fet servir?
- Segons la teva experiència diries que tots els medicaments serveixen pel mateix? Podries posar exemples de medicaments que segons la teva experiència serveixin pel mateix i exemple de medicaments que serveixin per coses diferents?

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

Son iguals tots els medicaments?

A continuació teniu fitxes tècniques adaptades de tots els medicaments que els metges i les metgesses han receptat als casos que heu llegit a l'inici. En la primera fitxa (amb la vora de color blau), s'especifica quina informació conté cadascun dels apartats. La resta de les fitxes (amb la vora salmó) contenen la informació dels medicaments.

Hi ha tres fitxes que els manca informació que haureu de buscar en el prospecte per a completar-les. La informació que no apareix en el prospecte, i que apareix únicament en la fitxa tècnica la trobareu prèviament completada.

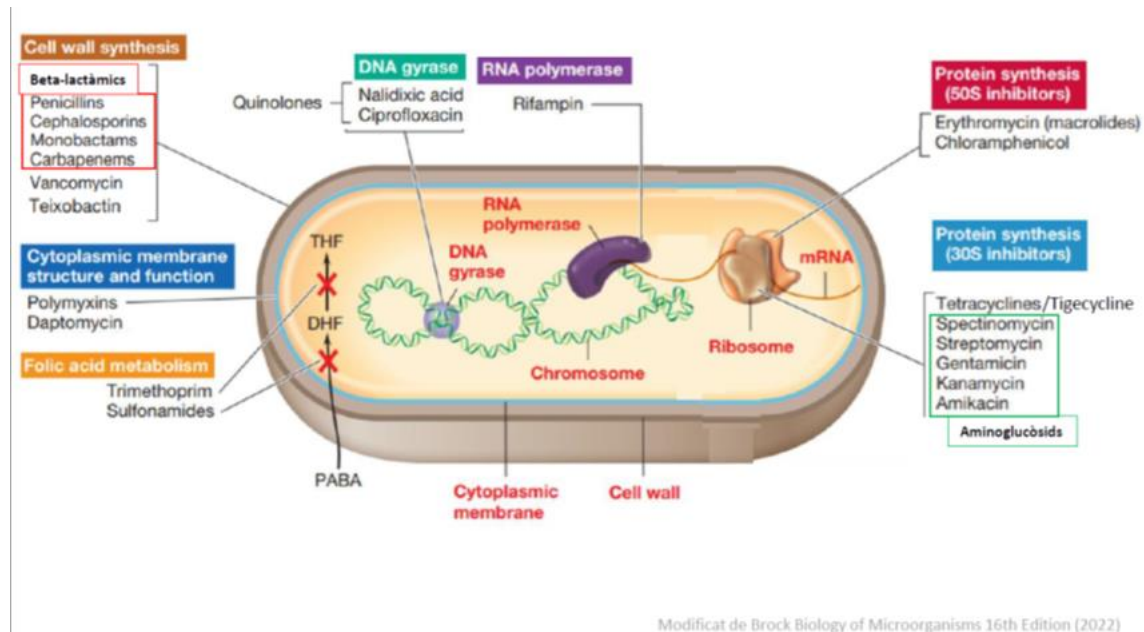
Llegiu les diferents fitxes i, en grups, classifiqueu els diferents medicaments en la taula següent:

Quin nom li doneu a aquest grup de medicaments?	Quins medicaments pertanyen a aquest grup?	Quines són les principals característiques d'aquest grup?

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

Aprofundim en els medicaments?

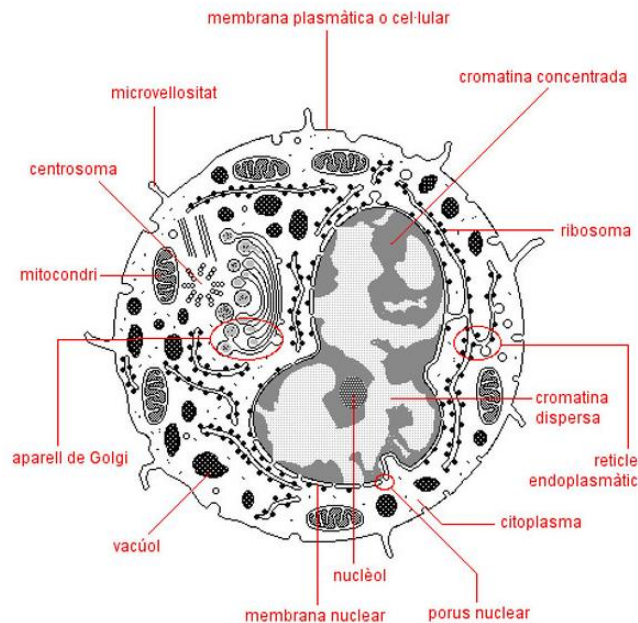
La imatge que hi ha continuació assenyalava els punts de la cèl·lula bacteriana sobre els que actuen els antibiòtics. Observa-la i respon a les preguntes que hi ha a continuació.



- Com és que els antibiòtics no produeixen cap efecte sobre els virus? I els antifúngics sobre els bacteris? Per a donar resposta a aquesta pregunta fixa't en l'estructura sobre la que actuen els antibiòtics (paret bacteriana, paret fúngica, membrana...) i si apareixen en totes les cèl·lules.

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

- Fixa't en l'estructura d'una cèl·lula eucariota del cos humà. Com explicaries que no aparegui cap estructura sobre la que actuen els antibiòtics o antifúngics? Què creus que passaria si apareguessin les estructures que ataquen, per exemple, els antibiòtics?



SABIES QUE...?

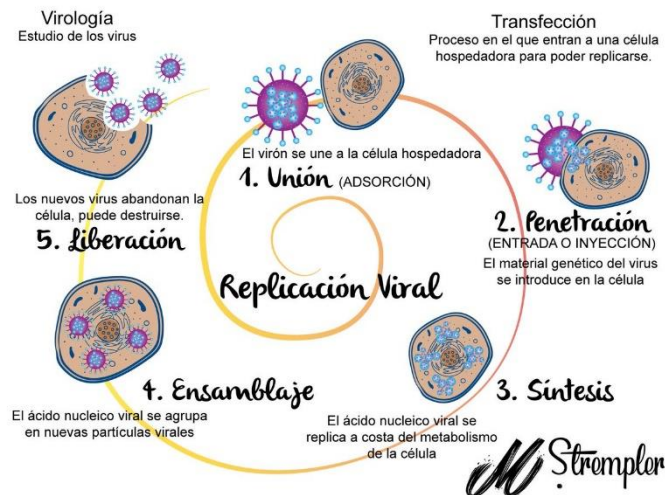
Tot i que a tots dos els anomenem ribosomes, els de les cèl·lules eucariotes i les procariotes tenen una estructura diferent.

1.3 Com actuen els medicaments davant d'una infecció?

Preguntes d'ampliació

- Compara la classificació que has fet dels medicaments amb la que vas fer dels microorganismes. Quines diferències hi ha?

Les malalties víriques que apareixen en els casos clínics que hem treballat acostumen a ser autolimitades i no es donen medicaments antivirals. Sí que es disposa de medicaments per a malalties víriques greus (com la SIDA) però tendeixen a tenir molts efectes adversos. Com ho explicaries? Tingues en compte que els virus tenen una estructura molt simple i que per a reproduir-se fan ús de moltes estructures de la cèl·lula humana.



- *Candida albicans* és un fong que forma part de la microbiota habitual de moltes persones sanes i no produeix cap símptoma. Ara bé, després de tractaments antibiòtics a vegades apareixen creixements descontrolats i simptomàtics de colònies d'aquest fong. Sabries explicar perquè passa?

MUL+IPLIERS

MATERIAL ALUMNAT BLOC 2:

COM SABEM SI A UN BACTERI LI AFECTA UN
ANTIBIÒTIC?



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme Under Grant Agreement No. 101006255.

Autoria: Èlia Tena, Maria Navarro-Palà, Anna Garrido-Espeja i Digna Couso

En l'elaboració d'aquest document han participat: Cesc Ayora (Escola Tecnos), Anna Barbosa (INS Ca n'Oriac), Núria Fusté (Escola Vedruna Gràcia), Pilar Jiménez (INS Narcisa Freixes), Núria Pérez (INS Narcisa Freixes), Laura Selva (INS Narcisa Freixes) i Clara Torres (IE Feixes)

Assessorament didàctic: Elena Gayan

Assessorament científic: Susanna Campoy i Montserrat Llagostera

Assessorament tècnic: Rafael Sánchez Mejías

Aquest projecte s'ha dut a terme amb el suport del grup de recerca SGR ACELEC, ref.2021 SGR 00647 i en el context del projecte Multipliers: Multiplayer's Partnership to Ensure Meaningful Engagement with Science and Research (Grant Agreement No 101006255).

Citar com:

Tena, E., Navarro-Palà, M., Garrido-Espeja, A., i Couso, D. (2025) Material alumnat: Resistència antimicrobiana. Bloc 2. Com sabem si a un bacteri li afecta un antibiòtic? Multipliers Project. Material Docent. UAB.

Llicència creative commons Reconeixement – No comercial – Obra derivada



2.1. Com podem curar la infecció d'orina?

BLOC 2. COM SABEM SI A UN BACTERI LI AFECTA UN ANTIBIÒTIC?

2.1 COM PODEM CURAR LA INFECCIÓ D'ORINA?

Dels tractaments antibiòtics treballats en el primer bloc, n'hi ha dos que no han respòs al primer tractament que se li ha pautat al pacient.

Un d'ells és el de l'Aya Mensah que ha seguit un tractament amb Monurol receptat per la metgessa i ho ha fet de manera adequada, però els símptomes persisteixen.

- **Com creus que és possible que tot i seguir el tractament la Aya Mensah segueixi tenint infecció d'orina? Què creus que pot haver passat?**

2.1. Com podem curar la infecció d'orina?

Evolució del cas

Com que la Aya continua tenint molèsties, torna a anar al seu Centre d'Atenció Primària (CAP) per a comunicar-li a la seva doctora.

Per tal de trobar un antibiòtic que realment sigui efectiu en aquest cas, li proposa 3 proves diferents: li demana un anàlisi d'orina, un urinocultiu (cultiu de la orina de la pacient) i un antibiograma (proves d'antibiòtic amb el microorganisme).

Proves que es porten a terme

Recollida de la mostra: Per a fer aquesta prova, l'Aya s'ha de rentar molt bé la zona genital i recollir una petita quantitat de la seva orina a meitat de la micció. Aquestes mostres s'envien al laboratori i allà es realitzaran les tres proves.

Prova	Objectiu	Procediment
Anàlisi d'orina	Determinar la presència de substàncies i cèl·lules que ens indiquen que hi ha una infecció d'orina.	Observació de l'orina recollida al microscopi per a detectar elements com glòbuls blancs, vermells (sang) i bacteris.
Urinocultiu	Aïllar i identificar quin bacteri està causant la infecció.	Amb material especialitzat, es posa una petita quantitat d'orina sobre una placa de petri amb medi i es deixa créixer. Condicions: - Medi: agar específic per a bacteris de la orina - Temperatura: 35 – 37 °C Un cop ha crescut el bacteri, els laboratoris disposen de diferents mecanismes per a identificar de quina espècie de bacteri es tracta.
Antibiograma	Conèixer els antibacterians que son actius en aquell bacteri que està causant la infecció.	Un cop aïllat el bacteri, es fa créixer en un medi favorable i s'hi depositen petites mostres d'antibiòtics diferents en disquets. Per a fer-ho: - Es sembra el bacteri per tota la placa. - Un cop el bacteri està repartit per tota la placa es col·loquen els disquets amb els diferents antibiòtics repartits per la placa. - Quan un antibiòtic és efectiu contra un determinat bacteri, els bacteris no creixen en aquella part del medi on hi ha antibiòtic (sensible). Quan l'antibiòtic ha deixat de ser efectiu contra el bacteri, aquests creixen en contacte amb el disquet de l'antibiòtic (resistent).

2.1. Com podem curar la infecció d'orina?

Resultats obtinguts

INFORME

MENSAH BALANTA, AYA

Núm. de petició: 676776999

ANÀLISIS D'ORINA: Examen microscòpic del sediment:

Leucòcits (glòbuls blancs) >30 per camp +++

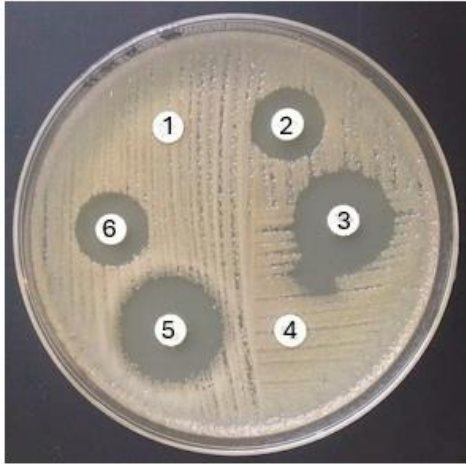
Glòbuls vermells 5 – 10 per camp ++

Bacteris ++

Cèl·lules Epitelials ++

UROCULTIU: Escherichia Coli

ANTIBIOGRAMA:

Imatge de la placa de cultiu	Nº de disquet	Antibiòtic
	1	Ampicil·lina
	2	Amoxicil·lina/clavulànic
	3	Cefuroxima
	4	Fosfomicina
	5	Gentamicina
	6	Nitrofurantoína

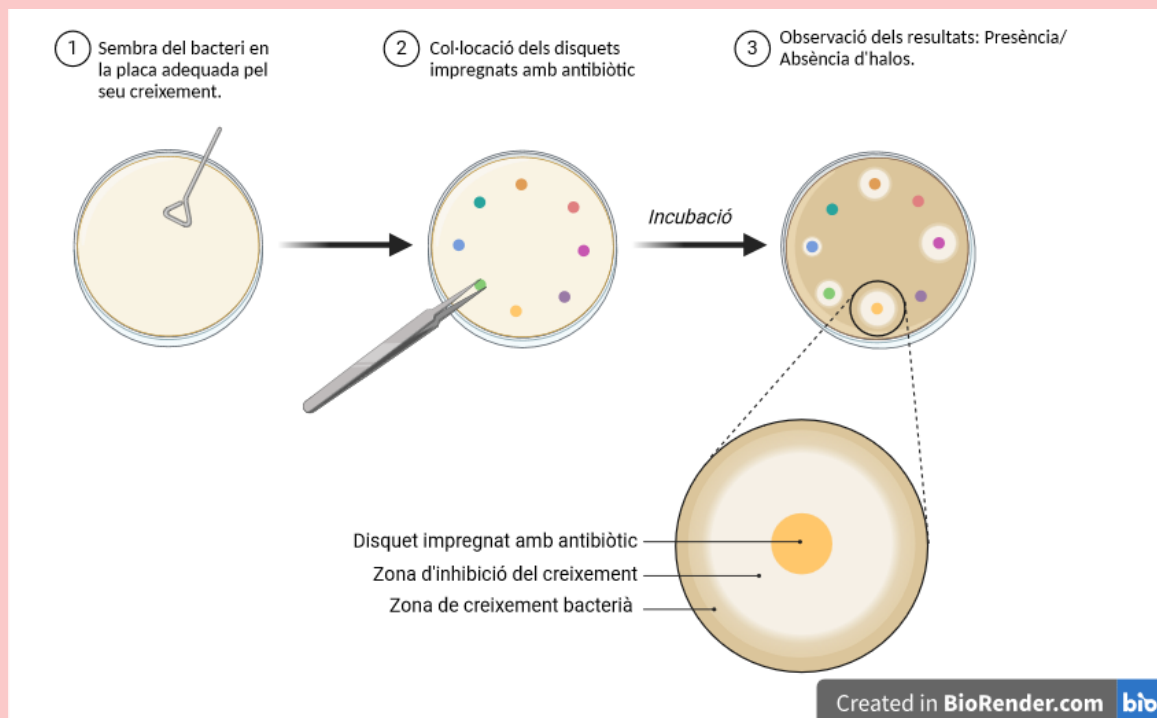
2.1. Com podem curar la infecció d'orina?



SABIES QUE...?

Per a obtenir l'antibiograma que apareix a l'informe de l'Aya Mensah s'han seguit els passos següents:

1. Aïllar el bacteri que causa la infecció d'orina.
2. Buscar una placa de petri on els bacteris que causen infecció d'orina poden créixer.
3. Sembrar el bacteri per tota la placa de manera que es poden trobar bacteris per tot el medi.
4. Col·locar els disquets que contenen els diferents antibiòtics en diferents punts de la placa.
5. Incubar la placa en condicions adequades
6. Esperar a que els bacteris creixin per a poder veure els resultats.



- Si podem veure creixement dels bacteris al voltant dels disquets d'antibiòtics vol dir que a aquell bacteri aquells antibiòtics en concret no afecten el seu creixement. I parlem de què aquell **bacteri és resistent** a aquells antibiòtics.
- Si al contrari, es detecta un cercle al voltant del disquet en què els bacteris no han pogut créixer i observem que si ho han pogut fer per la resta de la placa, això vol dir que aquell antibiòtic inhibeix (en major o menor mesura) el creixement d'aquell bacteri. En aquest cas, diem que aquell **bacteri és sensible** a aquell antibiòtic i al cercle que es forma sense creixement bacterià li diem **halo**. El grau d'inhibició en el creixement és variable i això queda reflectit en la mida del halo que es forma al voltant del disquet.

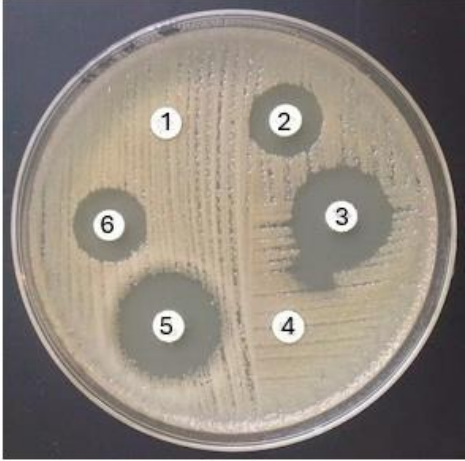
2.1. Com podem curar la infecció d'orina?

Interpretació de resultats

Tenint en compte els resultats anteriors:

- Quins resultats confirmen que hi ha una infecció d'orina?

- Completa la taula indicant si el bacteri és resistent o sensible a l'antibiòtic o no (en funció de si creixen els bacteris o no ho fan al voltant del disquet).

Imatge de la placa de cultiu	Nº de disquet	Antibiòtic	Resultat
			Creix i és resistent No creix i és sensible
	1	Ampicil·lina	
	2	Amoxicil·lina /clavulànic	
	3	Cefuroxima	
	4	Fosfomicina	
	5	Gentamicina	
	6	Nitrofurantoína	

- Tenint en compte els resultats de l'antibiograma, quins antibiòtics es podria prendre l'Aya que li farien efecte? I quins no? Es curarà amb el nou tractament antibiòtic?

- **Penses que podem utilitzar antibiòtics sense cap tipus de control mèdic ni del laboratori per fer aquestes proves? Què t'ho fa pensar?**

2.2 Com podem simular un antibiograma?

- Se t'acudeix alguna manera de poder fer de manera segura un experiment sobre el creixement i limitació dels bacteris imitant el que fan els i les persones que es dediquen a la ciència als seus laboratoris?

Tot i que nosaltres treballarem amb bacteris no patògens i no farem ús de medicaments és important que també tinguem en compte algunes normes bàsiques de bioseguretat abans i durant la pràctica experimental. A continuació us deixem dues infografies amb aquestes normes que haureu de tenir en compte tant en la preparació com mentre realitzeu la recerca.

2.2 Com podem simular un antibiograma?

Seguretat al laboratori

Aspectes a tenir en compte **ABANS** d'anar al laboratori.

1



Evita portar la pell exposada.

No facis servir faldilla, pantaló curt, mitges ni sandàlies.

2

No portis joies voluminoses

No facis servir anells ni bracelets. Evita també collarets i arracades llargs.



3

El cabell llarg ha d'estar recollit.



5

No portis lents de contacte

En cas que sigui estrictament necessari, parla-ho amb el professorat. Cal fer servir ulleres de seguretat.



4

Agafa la bata de laboratori



6

Si tens un problema de salut parla-ho amb el professorat.

En cas que pateixis una malaltia crònica, cal prendre les mesures adequades.



En aquesta pràctica farem servir microorganismes vius de *Serratia marescens*. Per això existeix risc biològic i hem de prendre mesures.

Tot i així, no és un bacteri patògen ja que no seria segur treballar-hi al laboratori de l'institut.

Seguretat al laboratori

Aspectes a tenir en compte **DINS** el laboratori.

1



Bata posada i cordada.

Al sortir, cal treure's la bata.

2

Fes servir guants.

Abans i després del seu ús, cal rentar-se les mans.



3

Els cabells llargs han d'estar recollits.



5

No mengis ni beguis.

No masteguis xiclet, ni et mosseguis les ungles. No et posis llapisos o bolígrafs dins la boca.

Evita també fregar-te els ulls i el nas.



4

Els objectes personals han d'estar fora de la zona de treball.

Si fas servir el mòbil per a fer fotos, protegeix-lo amb una bossa de plàstic. Màxim 1 mòbil per grup

6

No oloris ni toquis amb les mans els cultius o reactius.

7

Segueix sempre les indicacions del professorat.

No facis experiments pel teu compte.



8

Pregunta de quina manera has d'eliminar els residus.

El material contaminat s'ha de desinfectar.



2.2 Com podem simular un antibiograma?

- En grups, feu servir la següent plantilla per concretar què voleu investigar, com fareu aquesta recerca, etc.

TÍTOL DE LA INVESTIGACIÓ:



QUÈ VULL INVESTIGAR?

La pregunta respon/aporta a la pregunta inicial sobre el creixement i limitació del creixement dels bacteris?, Es relacionen factors (allò que volem observar o mesurar) i variables (allò que és diferent en cada cas)?; Son preguntes del tipus “com”, “de quina manera”, “en quines situacions” en comptes d’una pregunta de “per què”?; Es concreta (ens podem imaginar quins instruments s’utilitzaran, quins seran els resultats...)?; Es plausible (podem donar resposta amb el material i condicions que tenim?); La resposta és més complexa que sí o no?; La resposta no es pot trobar per internet, en un llibre, no es pot preguntar a la SIRI...?



QUÈ NECESSITO?

Quins materials necessito per fer la investigació? Com podríem veure quins elements limiten o no el creixement dels bacteris? ?



QUÈ FAIG?

Quins passos seguirem per fer la investigació? Quines condicions haurem de tenir en compte a l'hora de sembrar les plaques? En quines condicions haurem de guardar les plaques mentre creixen els bacteris? Quant de temps ho deixarem? Com ens assegurarem que les plaques són comparables? Què compararem amb què? Quantes vegades ho farem?

2.3 Per què no es cura la Gonorrea?

Fem prediccions i analitzem els resultats que hem obtingut en tots els antibiogrames

- Recolliu en una taula conjunta les vostres prediccions, resultats i interpretacions de tots els experiments que heu fet a la vostra classe.
1. **PREDICCIÓ I JUSTIFICACIÓ.** Digueu què creieu que passarà amb cada substància que provarem. Per això, ompliu la columna “Què crec que passarà i per què crec que passarà?”.
 2. **RESULTATS.** Recolliu en la següent columna (“Què ha passat?”) els resultats obtinguts en tots els experiments que heu fet a la vostra classe. Quan els tingueu tots, expliqueu a la última columna (“Interpretació”) si el bacteri és sensible o resistent a aquella substància i si encaixa amb allò que esperàveu i per què.

Substància que hem provat	Què crec que passarà i perquè crec que passarà? (Farà halo o no?)	Què ha passat i perquè crec que ha passat? (Ha fet Halo? Fixa't si és molt gran o molt petit)	Interpretació: Què vol dir el què ha passat? (Sensible o resistent. Com pot ser?).

2.3 Per què no es cura la Gonorrea?

*Afegiu tantes files com sigui necessari

- Els resultats que heu obtingut, són els què esperàveu? En què són com esperàveu? En què no?

2.3 Per què no es cura la Gonorrea?



SABIES QUE...?

És molt important tenir en compte **que les substàncies que hem fet servir per a simular l'antibiograma son tòxiques també per als humans!** Així doncs, malmeten el nostre organisme i alguns dels efectes que produeixen sobre els microorganismes també els produeixen sobre les nostres cèl·lules.

Alguns els podem fer servir com a desinfectants tòpics (sobre la pell) com el iode, aigua oxigenada, etc. Altres són tant irritants i tòxics que no es poden fer servir ni sobre la pell, com el cas del lleixiu.



AMPLIACIÓ - SABIES QUE...?

Cada espècie de bacteri creix en unes condicions específiques que supleen les seves necessitats nutricionals. En què creus que ens haurem de fixar per a poder fer créixer una espècie de bacteri com *Serratia marcesens*?

2.3 Per què no es cura la Gonorrea?

2.3 COM PODEM CURAR LA GONORREA?

A continuació hi ha el cas de la Luar Navarro que per la simptomatologia que presenta se sospita que ha estat infectada pel bacteri *Nisseria gonorrhoeae*, i per tant, que té Gonorrea. Tot i que la Luar segueix de manera adequada el tractament amb Ceftriaxona un medicament antibacterià, els símptomes segueixen persistent.



Luar Navarro
21 anys

Dia 1

- Dolor, molèsties en orinar i augment de la freqüència urinària
- Malestar o dolor a la zona genital amb secrecions anormals de color groguenc o verdós

Dia 2

- Visita a la metgessa de família i comunitària del CAP Terrassa Nord
- Revisió de la història clínica i dels símptomes del pacient
- Identificació d'un esdeveniment crític: relacions sexuals sense protecció
- La metgessa decideix derivar a un especialista en ginecologia a l'hospital de Terrassa.

Dia 3

- Visita al ginecòleg de l'hospital de Terrassa.
- Sospita de gonorrea
- Es demanen cultius de la secreció vaginal i també una anàlisi de sang
- Es recepta el següent tractament:

Pla de medicació					
Luar Navarro Pérez				Informació per a la farmàcia	
NAPE 1 577989 001					
Tractament					
Medicament o producte sanitari de prescripció	Dosis i freqüència	Durada del tractament	Prescriptor/a i centre	Vigència	Comentaris
Ceftriaxona NORMON 500 mg	1 vegada	Dosis única	D. Simó (Col:11238924) Ginecologia Hospital de Terrassa	24.01.2024	Administració mèdica injectable

Dia 5

- Els símptomes persisteixen i la Luar torna a ginecologia a l'hospital
- Es recepta un nou tractament:

Pla de medicació					
Luar Navarro Pérez				Informació per a la farmàcia	
NAPE 1 577989 001					
Tractament					
Medicament o producte sanitari de prescripció	Dosis i freqüència	Durada del tractament	Prescriptor/a i centre	Vigència	Comentaris
Gentamicina BRAUN 3mg x kg pes	1 vegada	Dosis única	D. Simó (Col:11238924) Ginecologia Hospital de Terrassa	26.01.2024	Administració mèdica injectable
Azitomicina Alter oral 500mg	2 comprimit/dia	Dosis única			Via oral

2.3 Per què no es cura la Gonorrea?

- Tenint en compte tota la informació que apareix al cas i tot el que has après al voltant dels antibiogrames i la seva interpretació. Com creus que serien els resultats de l'antibiograma de la infecció de la Luar? Omple la taula i dibuixa el creixement bacterià sobre la placa.



Luar Navarro
21 anys

Dia 8

- Amb el tractament amb Gentamicina i Azitromicina els símptomes persisteixen. La Luar torna a visitar a la ginecòloga.
- Es revisa l'informe del laboratori mèdic amb la prova de l'antibiograma i els resultats obtinguts són els següents:

INFORME		
Microorganisme aïllat: <i>Neisseria gonorrhoeae</i>		
Medicament	Resultats (Presència/Absència halo)	Interpretació
1. Control		
2. Ceftriaxona		
3. Gentamicina		
4. Azitromicina		

- En llegir l'informe la ginecòloga ha dit que la *Neisseria gonorrhoeae* és multiresistent. A què creus que és refereix?

MUL+IPLIERS

MATERIAL ALUMNAT BLOC 3:

**PER QUÈ AQUEST ANTIBIÒTIC NO FA EFECTE SOBRE
AQUEST BACTERI?**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme Under Grant Agreement No. 101006255.

Autoria: Èlia Tena, Maria Navarro-Palà, Anna Garrido-Espeja i Digna Couso

En l'elaboració d'aquest document han participat: Cesc Ayora (Escola Tecnos), Anna Barbosa (INS Ca n'Oriac), Núria Fusté (Escola Vedruna Gràcia), Pilar Jiménez (INS Narcisa Freixes), Núria Pérez (INS Narcisa Freixes), Laura Selva (INS Narcisa Freixes) i Clara Torres (IE Feixes)

Assessorament didàctic: Elena Gayan

Assessorament científic: Susanna Campoy i Montserrat Llagostera

Assessorament tècnic: Rafael Sánchez Mejías

Aquest projecte s'ha dut a terme amb el suport del grup de recerca SGR ACELEC, ref.2021 SGR 00647 i en el context del projecte Multipliers: Multiplayer's Partnership to Ensure Meaningful Engagement with Science and Research (Grant Agreement No 101006255).

Citar com:

Tena, E., Navarro-Palà, M., Garrido-Espeja, A., i Couso, D. Material Alumnat: Resistència antimicrobiana Bloc 3. Multipliers Project. Material Docent. UAB.

Llicència creative commons Reconeixement – No comercial – Sense Obra derivada



3.0. Quin problema tenim amb la resistència als antibiòtics?

3.0 QUIN PROBLEMA TENIM AMB LA RESISTÈNCIA ALS ANTIBIÒTICS?

A continuació trobareu diverses notícies sobre la resistència als antibiòtics que han sortit a la premsa.

23 de juny de 2023

La resistència antimicrobiana: un desafiament global per a la salut pública

El 2019 s'estima que van morir més d'un milió de persones a causa d'infeccions causades per bacteris resistent als antibiòtics. És per això que la resistència antimicrobiana ha esdevingut una amenaça global per a la salut pública.

Font 1. Notícia publicada al web de l'Hospital Clínic de Barcelona. <https://www.clinicbarcelona.org/ca/noticies/la-resistencia-antimicrobiana-un-desafiamiento-global-per-a-la-salut-publica>

SOCIETAT SALUT | 03/01/2024 Leer en castellano

Creen el primer antibiòtic contra un dels bacteris multiresistents més perillosos

Investigadors de Roche eliminen les pneumònies de ratolins amb un nou fàrmac i ara el provaran en humans

Gemma Garrido Granger

Font 2. Notícia Publicada al diari ARA. https://www.ara.cat/societat/salut/creen-antibiotic-dels-bacteris-multiresistents-mes-perillosos_1_4901082.html

3.0. Quin problema tenim amb la resistència als antibiòtics?



ANTIBIÒTICOS

E Las resistencias bacterianas amenazan a la azitromicina, uno de los fármacos más vendidos del mundo

ORIO L GUÉLL | Barcelona | 09 DIC 2023 - 05:30 C.E.T.

La UE inicia una revisión sobre la efectividad del antibiótico, inventado hace 40 años por una pequeña farmacéutica croata y gran aportación de la Yugoslavia de Tito a la medicina

Font 3. Notícia publicada al diari "El País". <https://elpais.com/sociedad/2023-12-09/las-resistencias-bacterianas-amenazan-a-la-azitromicina-uno-de-los-farmacos-mas-vendidos-del-mundo.html>

Les infeccions resistents als antibiòtics ja són una de les principals causes de mort

Un estudi publicat a la revista The Lancet afirma que van provocar 1,27 milions de morts directes i que en vora cinc milions més aquestes infeccions van jugar un paper important

Xavier Duran
20/01/2022 - 07.55 | Actualitzat 21/01/2022 - 19.10





Font 4. Notícia publicada al 3/24. <https://www.ccma.cat/324/les-infeccions-resistents-als-antibiotics-ja-son-una-de-les-principals-causes-de-mort/noticia/3140236/>

Dos de cada tres ingressos per infeccions urinàries són per bacteris resistents

Un estudi amb metges catalans constata més gravetat en els símptomes i més dificultat en el tractament d'aquest tipus d'infeccions i insta a prendre mesures de control, com ara reduir l'ús d'antibiòtics

Redacció
23/01/2025 - 11.03 | Actualitzat 23/01/2025 - 11.05







Font 5. Notícia publicada al 3/24. <https://www.3cat.cat/324/dos-de-cada-tres-ingressos-per-infeccions-urinaries-son-per-bacteris-resistents/noticia/3332002/>

- Després de llegir els titulars anteriors, explica amb les teves paraules què t'imagines que és la resistència antimicrobiana i per què creus que és un problema greu.

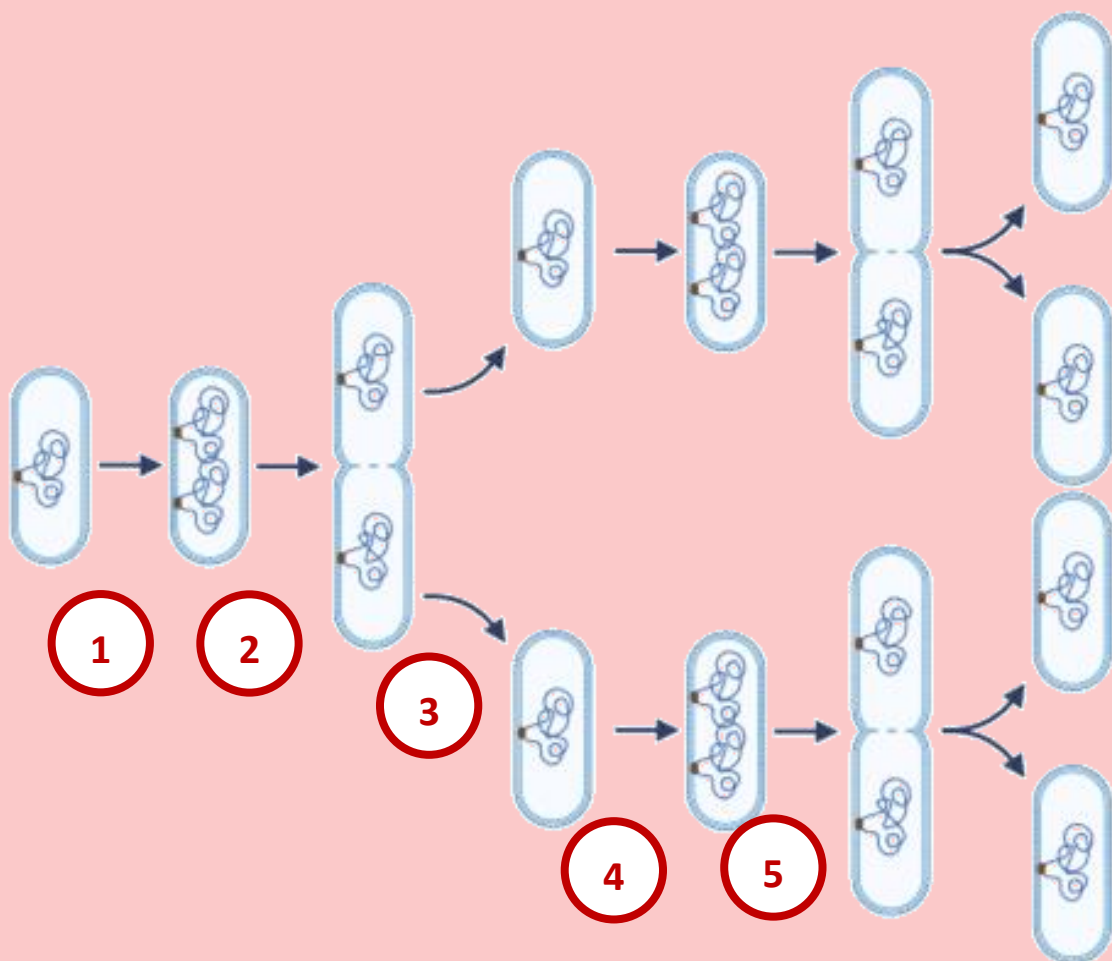
3.1. Ronda 1 de la simulació: Com es reproduueixen els bacteris? Com creixen les seves poblacions?

3.1 RONDA 1 DE LA SIMULACIÓ: COM ES REPRODUEIXEN ELS BACTERIS? COM CREIXEN LES SEVES POBLACIONS?



SABIES QUE...?

Els bacteris es repliquen o reproduueixen per Fissió binària o bipartició, és a dir, cada bacteri es divideix generant dos bacteris idèntics.



Created with BioRender.com

De la figura: 1) Bacteri d'una espècie determinada. 2) El bacteri fa una còpia del seu material genètic (ADN) 3) Cada molècula d'ADN es desplaça a un costat i la cèl·lula mare es divideix en dues cèl·lules filles idèntiques. 4) Tenim dues cèl·lules filles idèntiques. 5) El procés torna a començar amb cadascuna de les cèl·lules.

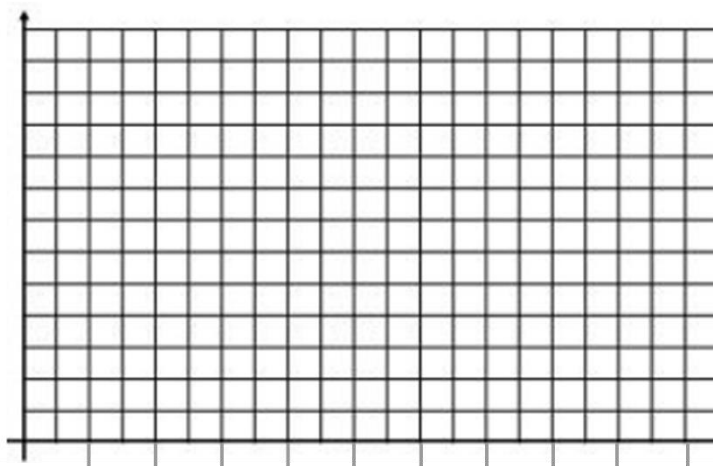
3.1. Ronda 1 de la simulació: Com es reproduïxen els bacteris? Com creixen les seves poblacions?

A continuació farem servir un joc de daus per a simular com creixen els bacteris, com és que es fan resistents als antibiòtics i què succeeix quan són resistents. Per a fer-ho, farem tres rondes al següent joc.

A la primera ronda volem simular com creixeria una colònia de bacteris si les condicions de l'entorn fossin ideals, és a dir, si no hi hagués cap limitació ni de nutrients, ni d'espai i no tinguéssim cap competidor per aquests.

Per a fer-ho, hem de tenir present que cada dau representa un bacteri i seguirem la següent dinàmica:

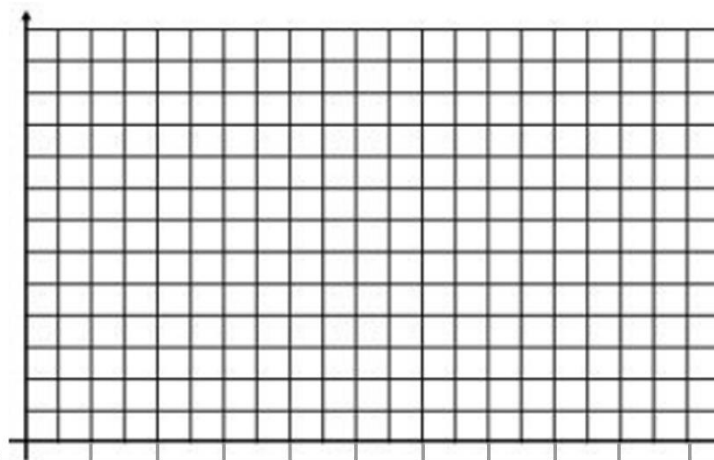
- **Tenint en compte les condicions de la simulació, fes una predicció de la gràfica que penses que obtindràs? Com penses que serà? Dibuixa-la.**



Fes 10 tirades als daus. No oblidis recollir els resultats que obtinguis de cada tirada! Pots recollir els resultats en l'excel que trobaràs en aquest enllaç:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16313335>.

- **Un cop fetes les 10 tirades, quina gràfica has obtingut? Què indica aquesta gràfica?**



3.1. Ronda 1 de la simulació: Com es reproduïxen els bacteris? Com creixen les seves poblacions?

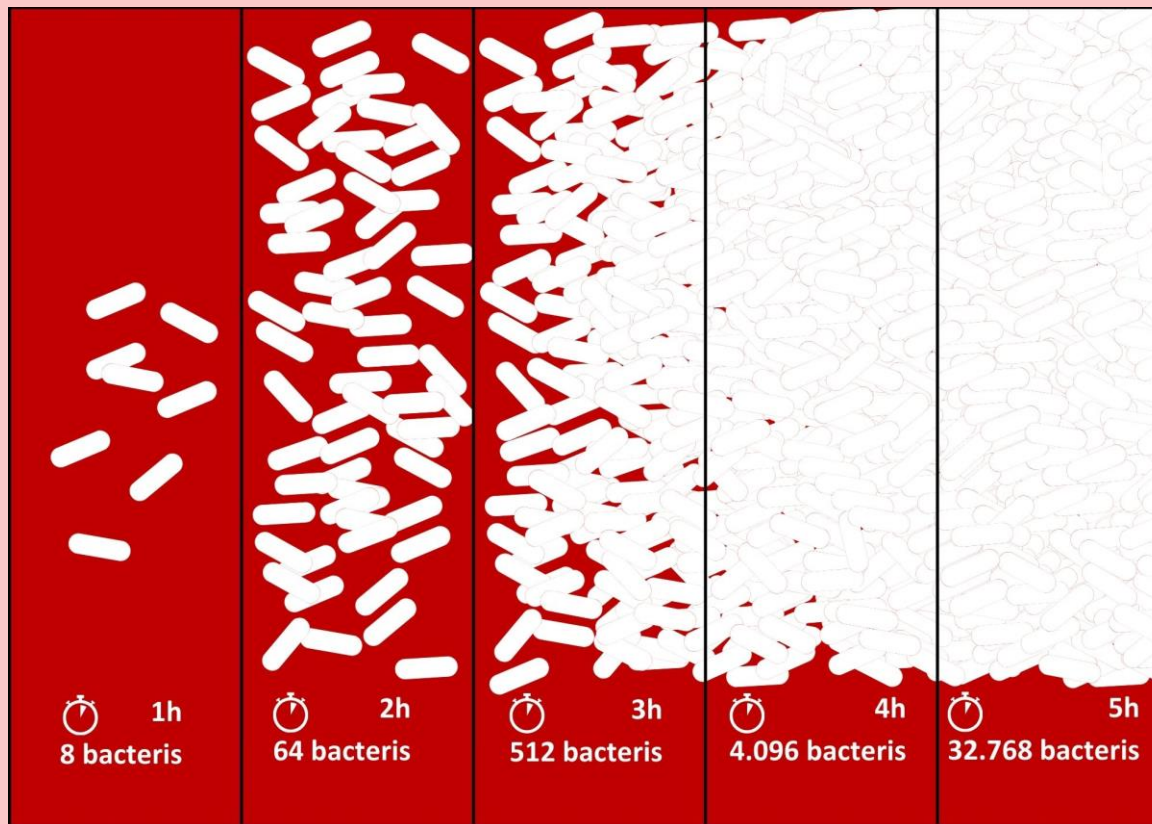
- Quines semblances i diferències observes entre la teva predicció i el resultat que has obtingut?
- Al joc hem simulat que tots els bacteris es reproduïen alhora, creus que a la realitat és així? Què et fa pensar que sí o que no?

3.1. Ronda 1 de la simulació: Com es reproduïxen els bacteris? Com creixen les seves poblacions?



SABIES QUÈ...?

L'èxit dels bacteris és que són capaços de reproduir-se de forma molt ràpida. Per exemple, L'Escherichia Coli (E. coli) es reproduïx cada 20 min. Això vol dir que cada 20 min, un bacteri s'haurà fissionat per donar lloc a dos, en 40 min, del bacteri inicial haurem passat a 4 bacteris, als 60 minuts n'hi haurà 8. És a dir, cada hora hi ha 8 vegades més bacteris.



Així doncs, en unes condicions favorables la E. coli podria reproduir-se i igualar la massa del planeta terra en tan sols dos dies.

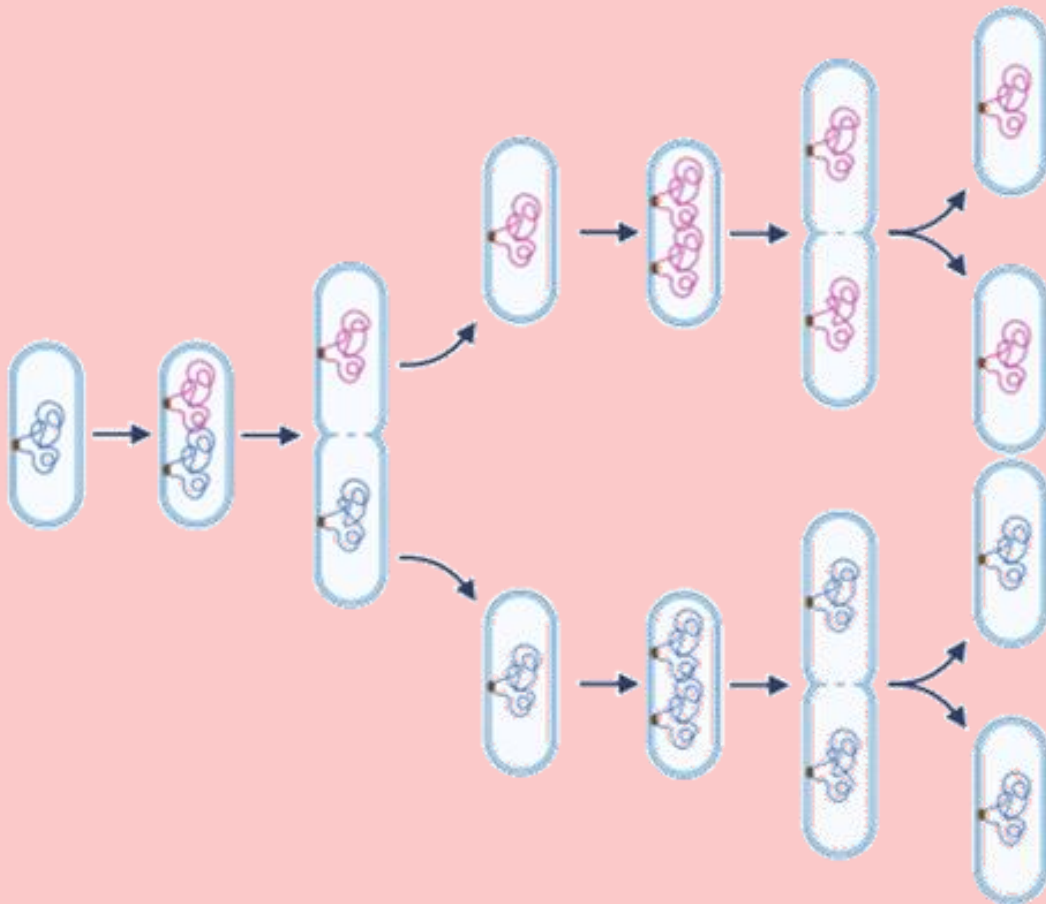
3.2. Ronda 2 de la simulació: Què són les mutacions i com es transmeten?

RONDA 2 DE LA SIMULACIÓ: QUÈ SÓN LES MUTACIONS I COM ES TRANSMETEN?



SABIES QUE...?

En l'activitat anterior hem après que quan cada cèl·lula mare bacteriana es reproduïx en surten dues de filles idèntiques (procés de reproducció per bipartició). Però no sempre són idèntiques, a vegades es produeixen petits errors i la informació genètica varia una mica. Quan apareixen alguns bacteris una mica diferents als originals, es diu que han mutat.



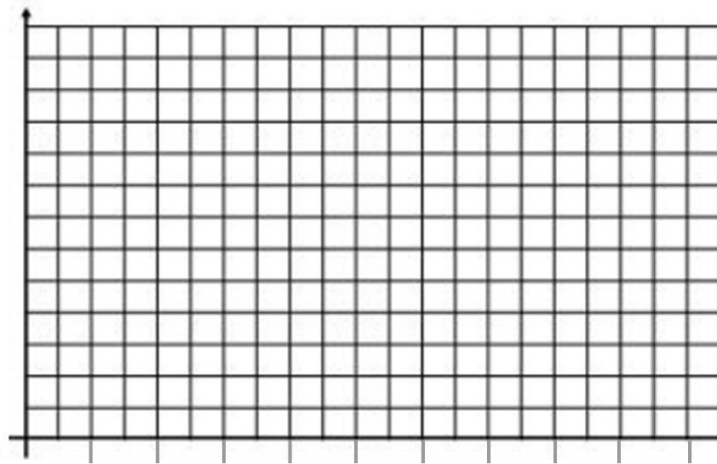
Created with BioRender.com

Aquests errors poden tenir conseqüències diferents en funció de la part de la cadena d'ADN que alterin. En ocasions, no tenen conseqüències, altres vegades suposen una avantatge pel nou bacteri i altres poden ser un inconvenient per a adaptar-se al medi o comprometen la supervivència.

3.2. Ronda 2 de la simulació: Què són les mutacions i com es transmeten?

A la segona ronda, seguim amb unes condicions d'entorn ideals. No obstant això, en aquesta ronda volem veure què succeeix amb les mutacions, per això, introduïrem a la simulació les cartes "sort". Haurem de girar una carta després de cada tirada, i aquesta determinarà si en aquesta ronda de reproducció dels bacteris s'han donat o no mutacions. En cas que sí que s'hagin donat també ens indicarà de quin tipus són aquestes mutacions: canvi de color dels bacteris o resistència a un antibiòtic. Aquestes mutacions introduiran noves normes al joc!

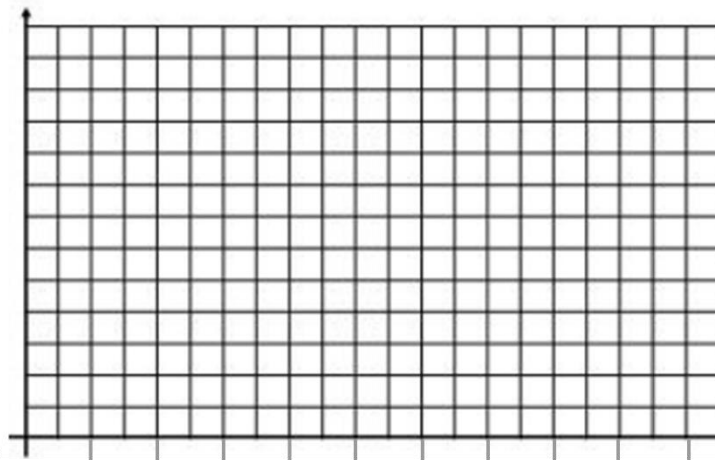
- Tenint en compte les condicions de la simulació, fes una predicció de la gràfica dibuixant què penses que obtindràs si a partir de la ronda 5 apareixen bacteris que han mutat i són resistents als antibiòtics, i a partir de la ronda 7 bacteris que han mutat i són de color verd.



Fes 10 tirades als daus. No oblidis recollir els resultats que obtinguis de cada tirada! Pots recollir els resultats en l'excel que trobaràs en aquest enllaç:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16313335>.

- Un cop fetes les 10 tirades, quina és la gràfica que has obtingut?



3.2. Ronda 2 de la simulació: Què són les mutacions i com es transmeten?

- Totes les gràfiques creixen de manera similar? En què es diferencien? En què s'assemblen?

- A partir de quina tirada han aparegut les mutacions?

	Mutació	Al teu grup	A altres grups			
		Núm. de tirada	Núm. de tirada	Núm. de tirada	Núm. de tirada	Núm. de tirada
	Bacteris que són capaços de sintetitzar una substància de colors -carotenoides- (aparició de daus verds)					
	Bacteris que són resistents a un antibiòtic (aparició de daus vermells)					

- Sovint es diu que les mutacions són aleatòries. Tenint en compte el que heu observat, què penses que vol dir que les mutacions són aleatòries?
- Penses que un bacteri pot ser resistent a un antibiòtic al que no ha estat exposat? Perquè ho penses?

3.2. Ronda 2 de la simulació: Què són les mutacions i com es transmeten?



SABIES QUE...?

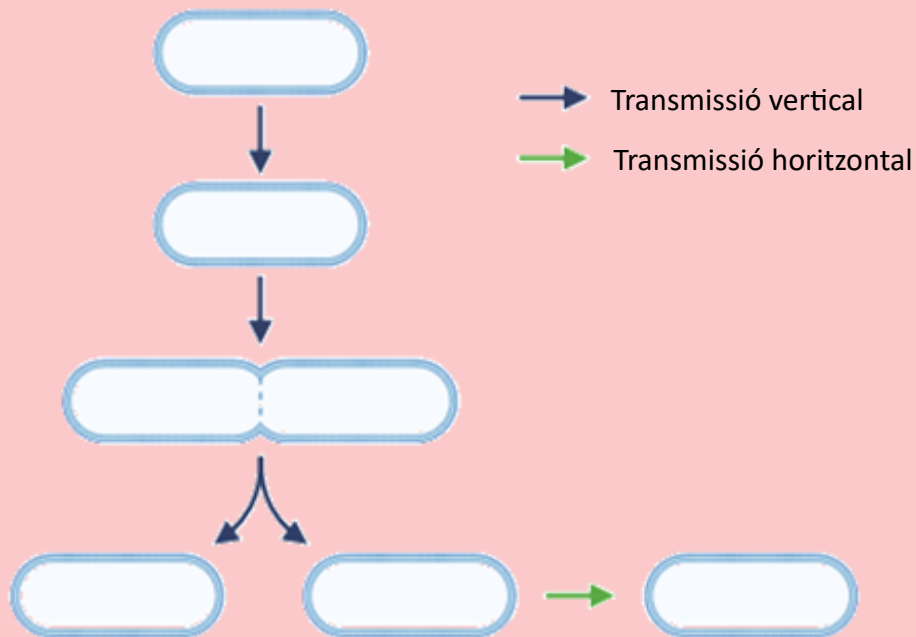
Tot i que al joc hem simulat que hi ha hagut dues mutacions en 10 tirades, en la realitat, la freqüència de mutació espontània és baixa. En un gen bacterià s'estima que està al voltant de 10^{-8} . Això vol dir que de cada 200 bacteris únicament trobaríem 1 mutant.

Tot i així, els bacteris poden transmetre les seves mutacions (entre elles la resistència als antibiòtics) no només a la descendència si no també als bacteris veïns a través de diversos mecanismes per intercanviar material genètic.



AMPLIACIÓ - SABIES QUE...?

Els bacteris poden transmetre les seves mutacions (entre elles la resistència als antibiòtics) no només a la seva descendència (transmissió vertical) si no també als bacteris veïns (transmissió horitzontal) a través de diversos mecanismes per intercanviar material genètic.

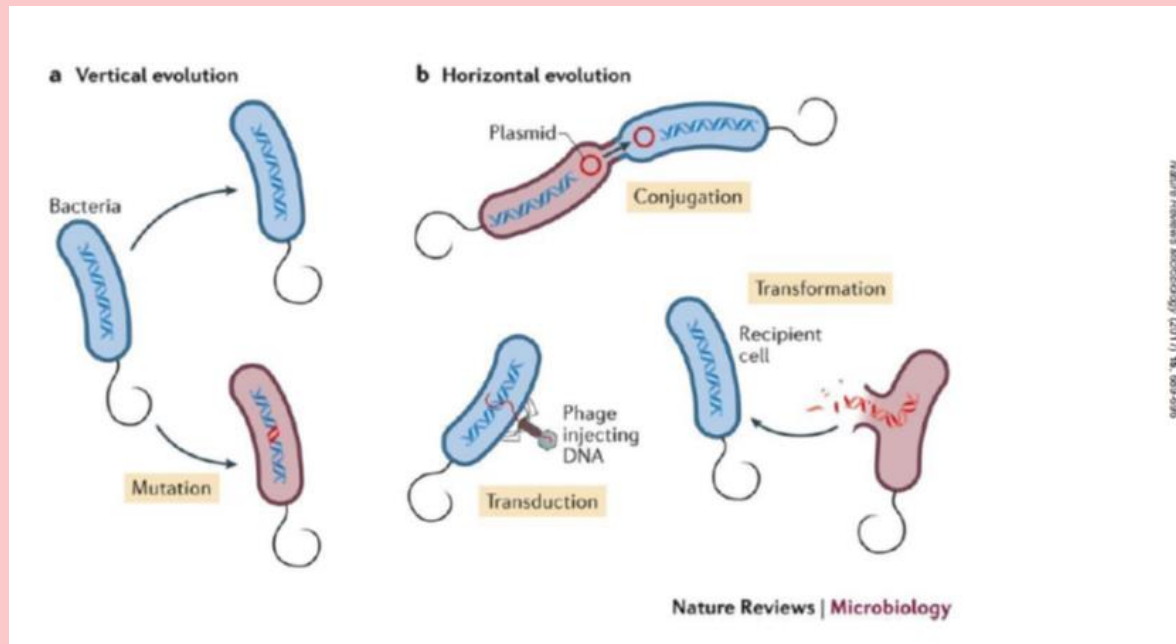


3.2. Ronda 2 de la simulació: Què són les mutacions i com es transmeten?



AMPLIACIÓ - SABIES QUE...?

Existeixen tres mecanismes diferents de transmissió horitzontal:



1. **Conjugació:** Hi ha un bacteri donador i un de receptor. La donació de material genètic requereix contacte i succeeix a través del pèl sexual o pilus.
2. **Transducció:** La donació de material genètic es produeix a través d'un virus bacteriòfag
3. **Transformació:** Hi ha determinats bacteris que són capaços de captar del medi material genètic procedent d'un bacteri que ha mort i s'ha trencat alliberant el seu material genètic al medi.

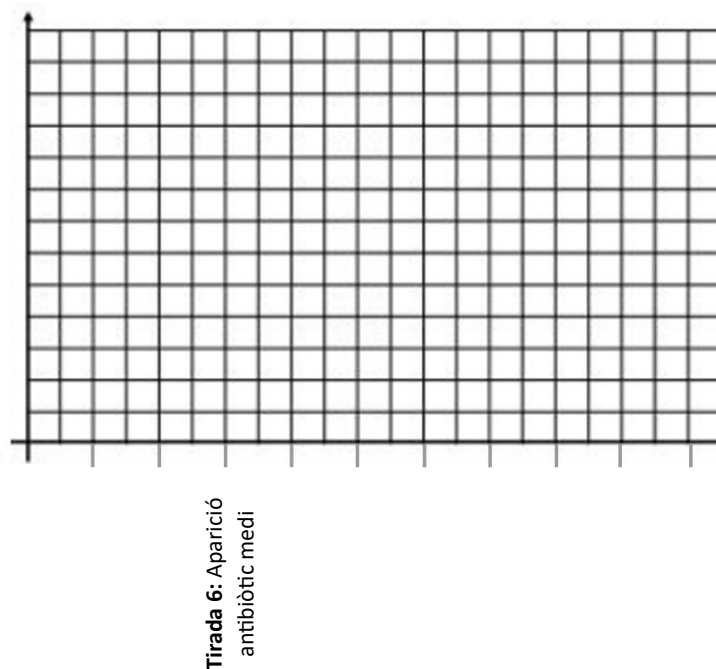
3.4 La simulació reflecteix la realitat?

RONDA 3 DE LA SIMULACIÓ: QUÈ PASSA QUAN INTRODUEM ANTIBIÒTICS AL MEDI?

A la tercera ronda, seguim amb unes condicions de l'entorn ideals i amb bacteris que quan es dupliquen muten de manera aleatòria. En aquesta ronda volem veure què succeeix quan hi ha antibiòtic a l'ambient. Per això, fixarem el moment en què apareixen les mutacions de color i resistència als antibiòtics, tot i que a la realitat aquestes siguin aleatòries.

A més a més, en aquesta ronda introduïrem antibiòtics al medi i això farà variar el comportament dels bacteris!

- Tenint en compte les condicions que es posaran en joc en aquesta ronda de la simulació, fes una predicció de la gràfica dibuixant què penses que obtindràs.

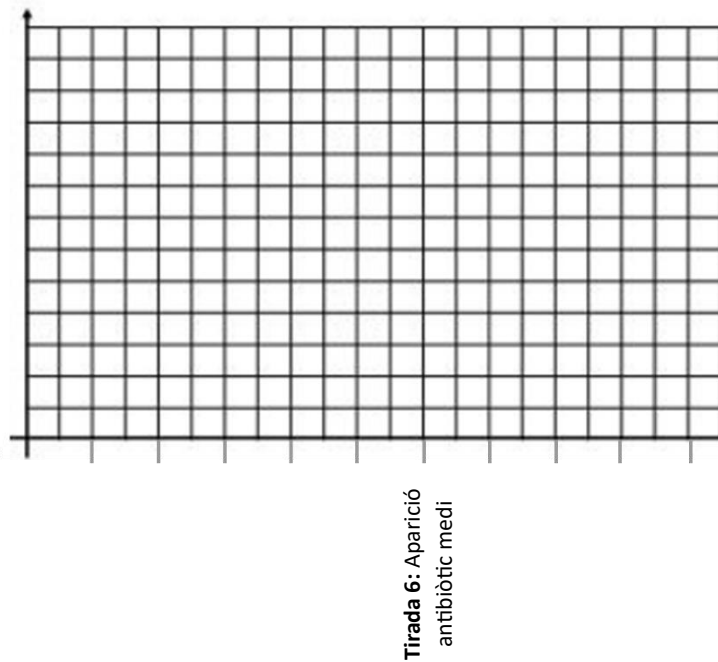


Fes 10 tirades als daus. No oblidis recollir els resultats que obtinguis de cada tirada! Pots recollir els resultats en l'excel que trobaràs en aquest enllaç:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16313335>.

3.4 La simulació reflecteix la realitat?

- Un cop fetes les 10 tirades, quina és la gràfica que has obtingut?



- Què succeeix amb les colònies de bacteris quan apareix l'antibiòtic a l'ambient (tirada 6)? Succeeix el mateix en tots el bacteris?
- A què penseu que és deguda aquesta diferència?
- Tenint en compte els resultats obtinguts a les tres rondes. Com explicaríeu a un company perquè l'ús dels antibiòtics afavoreix el creixement de bacteris resistents?

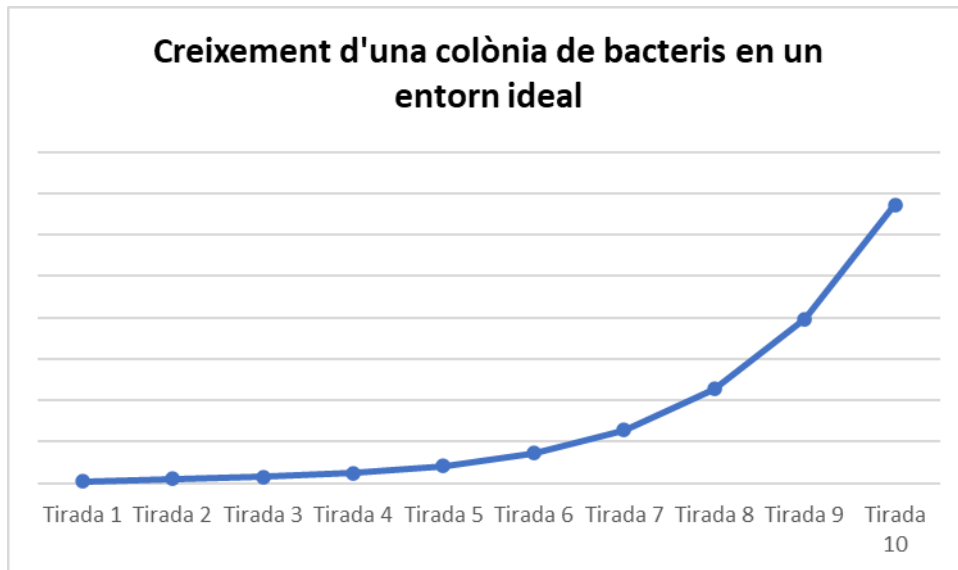
3.4 La simulació reflecteix la realitat?

- Podries explicar per què al bloc 2 es va optar per fer una simulació d'antibiograma en comptes de fer servir antibiòtics reals?
- Si una persona es pren molts antibiòtics de manera inadequada, sabries explicar si té conseqüències sobre aquella persona o és quelcom que afecta a la comunitat?

3.4 La simulació reflecteix la realitat?

1.4 LA SIMULACIÓ REFLECTEIX LA REALITAT?

Recuperem la primera ronda en què hem simulat com creixeria una colònia de bacteris. La gràfica obtinguda s'hauria d'assemblar aquesta:

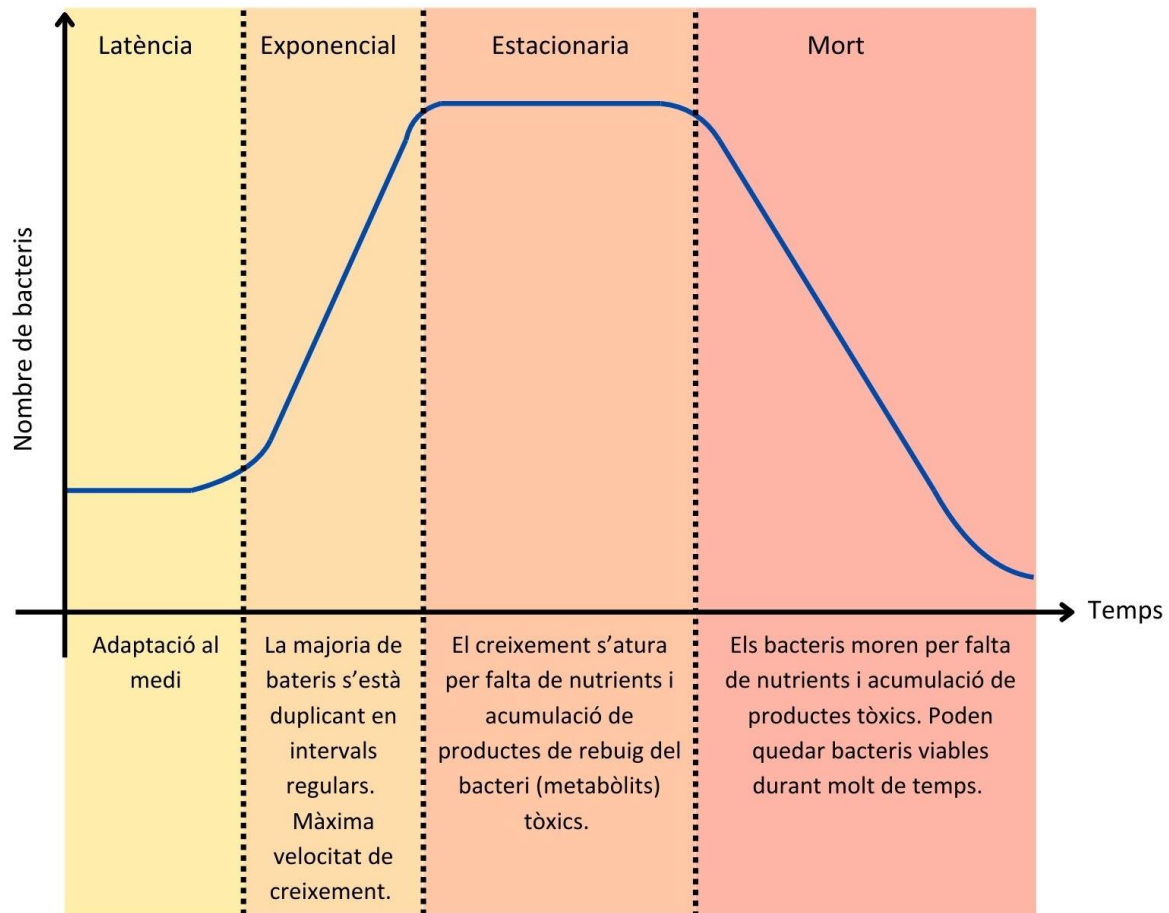


- Si el gràfic seguís amb la mateixa tendència, què creus que succeiria (creixeria, s'estabilitzaria o disminuiria) al torn 11?, al torn 20? , al torn 150?

Torn	Tendència (Creixerà, s'estabilitzarà, disminuirà)
11	
20	
150	

3.4 La simulació reflecteix la realitat?

- Tot i així, al món real el nombre de bacteris no és infinit. En la gràfica que hi ha a continuació pots veure-hi reflectit com és el creixement bacterià en condicions reals (no ideals), per exemple, en un tub de cultiu o una placa de Petri. Podries interpretar la gràfica següent i explicar perquè la corba de creixement en un entorn ideal i al món real no són iguals?



- Quins altres factors creus que poden limitar el creixement de bacteris en contextos reals i no apareixen en la gràfica anterior?

3.4 La simulació reflecteix la realitat?

PREGUNTA DE RECERCA / AVALUACIÓ

Tal i com s'ha plantejat a l'inici del projecte, amb la finalitat d'avaluar l'aprenentatge de l'alumnat es poden fer servir aquestes dues situacions amb les seves respectives preguntes.

SITUACIÓ 1

Un pacient amb malestar general i febre va al metge, li fan un test ràpid i dona positiu en el virus de la grip A. El metge li recepta paracetamol durant 7 dies. Al cap de tres dies de prendre el paracetamol, com que comença a tenir tos decideix (pel seu compte) prendre un antibiòtic que té per casa. Al cap de dos dies més ja no té tanta mucositat i es troba molt millor.

- **Fins a quin punt ha estat una decisió adient prendre antibiòtic? Especifica totes les raons que t'ho fan pensar.**

SITUACIÓ 2

Dos pacients diferents van a la consulta del metge perquè tenen febre, calfreds, tos, dificultat per a respirar i dolor al pit. Després de diverses proves, a tots dos els diagnostiquen de pneumònia causada pel bacteri *Streptococcus pneumoniae*. A tots dos pacients se'ls recepta un antibiòtic específic per aquest tipus d'infeccions (Azitromicina) en la mateixa pauta: un comprimit de 500 mg un cop al dia durant tres dies. Tots dos compleixen el tractament tal i com se'ls ha indicat, però un d'ells es recupera i l'altre requereix una segona visita perquè encara sent dificultat per a respirar i dolor al pit.

- **Com explicaries la diferència entre un pacient i l'altre?**

MUL+IPLIERS

**MATERIAL ALUMNAT BLOC 4:
QUÈ PODEM FER PER A COMBATRE L'EPIDÈMIA
SILENCIOSA?**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme Under Grant Agreement No. 101006255.

Autoria: Èlia Tena, Caterina Solé , Maria Navarro-Palà, Anna Garrido - Espeja i Digna Couso

En l'elaboració d'aquest document han participat: Cesc Ayora (Escola Tecnos), Anna Barbosa (INS Ca n'Oriac), Núria Fusté (Escola Vedruna Gràcia), Pilar Jiménez (INS Narcisa Freixes), Núria Pérez (INS Narcisa Freixes), Laura Selva (INS Narcisa Freixes) i Clara Torres (IE Feixes)

Assessorament didàctic: Elena Gayan

Assessorament científic: Susanna Campoy i Montserrat Llagostera

Aquest projecte s'ha dut a terme amb el suport del grup de recerca SGR ACELEC, ref.2021 SGR 00647 i en el context del projecte Multipliers: Multiplayer's Partnership to Ensure Meaningful Engagement with Science and Research (Grant Agreement No 101006255).

Citar com:

Tena, E., Solé, C., Navarro-Palà, M., Garrido-Espeja, A., i Couso, D. (2025) Material Alumnat: Resistència antimicrobiana Bloc 4. Multipliers Project. Material Docent. UAB.

Llicència creative commons Reconeixement – No comercial – Obra derivada



BLOC 4. Com podem combatre l'epidèmia silenciosa?

QUÈ PODEM FER PER COMBATRE L'EPIDÈMIA SILENCIOSA?

- A continuació pots trobar una infografia amb tot d'accions que es poden portar a terme per a combatre la pandèmia silenciosa. Sabries dir de quina manera cadascuna d'aquestes accions contribueix a combatre-la?
- Una bona manera de contribuir a combatre la resistència als antibiòtics és promoure que la ciutadania actuï de manera responsable i adequada. Per això us volem proposar passar a l'acció i planificar una campanya de comunicació. Disposeu d'una plantilla per ajudar-vos a elaborar tota la proposta (acció, material comunicatiu, format...).

BLOC 4. Com podem combatre l'epidèmia silenciosa?

COM PODEM COMBATRE L'EPIDÈMIA SILENCIOSA?



DONANT A CONÈIXER EL PROBLEMA

Explica la problemàtica de la resistència als antibiòtics i convida a les persones properes a actuar de manera adequada.

EVITANT I PREVENINT LES INFECCIONS



Renta't les mans
freqüentment



Cobreix-te la boca
al tossir, però no
amb les mans

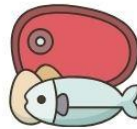


No et toquis els
ulls, nas i boca amb
les mans brutes.

Limita el contacte
estret amb altres
persones quan
estiguis malalt.



Prepara els
aliments en
condicions
higièniques



No practiquis
relacions
sexuals de risc



Estigues al dia de les vacunes

FENT UN BON ÚS DELS ANTIBIÒTICS



No et preguis antibiòtics
pel teu compte



Compleix les indicacions del
metge i acaba el tractament
encara que et trobis bé

No comparteixis la teva
medicació amb altres
persones



No guardis l'antibiòtic sobrant i
elimina'l de manera adequada al
punt SIGRE de la farmàcia.



ALTRES ACCIONS



Recerca en nous tractaments: Fags, nous
antibiòtics, medicaments que inhibeixin
els mecanismes de resistència....



Legislacions que regulin el
bon ús d'antibiòtics en tots
els àmbits, correcte
eliminació...

BLOC 4. Com podem combatre l'epidèmia silenciosa?

MUL+IPLIERS



Quin objectiu tenim?



Volem dissenyar un producte de comunicació o una campanya d'ús responsable dels antibiòtics a casa per prevenir la resistència antimicrobiana. El fet que vosaltres hàgiu après sobre resistència antimicrobiana i que coneixeu el vostre entorn us converteix en les persones ideals per multiplicar el vostre coneixement al vostre entorn proper!

Empatitzem amb la comunitat

A quina audiència dirigim el missatge (família, joves, veïnat del barri, etc.)?
Què en sabeu de la vostra audiència (gustos, costums, normes, etc.)?
Quines estratègies creus que pots fer servir perquè el missatge arribi a l'audiència?

Què en sabem sobre resistència antimicrobiana?

Quines idees clau sobre bacteris, resistència, antibiòtics, etc. creiem que han d'aparèixer al missatge?
Quines accions es poden proposar per prevenir la resistència antimicrobiana?
Quines experiències científiques has tingut que recolzin aquestes idees?

Alguns exemples que us poden inspirar...



Programa de ràdio
o podcast



Jocs, jocs de taula



Infografia, fulletó,
còmic



Performance,
actuació



Vídeo, reportatge,
entrevista

...amb diferents objectius

- Revisar la farmaciola
- Consciència sobre la importància de llençar els antibiòtics correctament al punt SIGRE
- Reduir l'ús d'antibiòtics



BLOC 4. Com podem combatre l'epidèmia silenciosa?