



***Materials didàctics
fonamentats en metodologies
actives i aprenentatge basat en
problemes (ABP).***

Biologia, 2n de Batxillerat.

Màster en Professor/a d'Educació Secundària Obligatòria i
Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Carmen Puig Pitarch

**Especialitat de Ciències Naturals
Tutor: Sergi Mesequer Costa**

RESUM

Els ràpids i creixents canvis socials i tecnològics suscitats en els darrers anys han generat un replantejament de les metodologies d'ensenyament-aprenentatge. Per això, cada vegada més, s'estan implementant metodologies diferents al model més convencional, unidireccional i expositiu, i que es caracteritzen pel treball actiu i cooperatiu a l'efecte d'aconseguir un aprenentatge competencial, significatiu i durador.

Per això, en el present Treball Final de Màster, emmarcat dins de la modalitat 6 anomenada materials didàctics, es recullen un seguit de recursos per a l'assignatura de Biologia de 2n de Batxillerat, emprant, fonamentalment, l'aprenentatge basat en problemes (ABP) com a estratègia metodològica amb l'objectiu principal de dissenyar recursos didàctics emprant metodologies actives que inciten a la major participació de l'alumnat en el procés d'ensenyament-aprenentatge fomentant així un aprenentatge competencial, durador, autodirigit i d'integració. En concret, s'ofereixen un total de deu activitats i recursos didàctics, inserits en el Bloc de Microbiologia, i que, a partir de la resolució grupal de problemes del món real presentats pel docent, del treball en laboratori, *role playing* o del treball cooperatiu, i d'una avaluació integral, diversificada i continua, pretén un aprenentatge integral i competencial per l'alumnat, adequat i eficient per afrontar, amb màximes garanties, les proves d'accés a la universitat i la futura vida acadèmica i laboral.

ÍNDEX

1	Introducció	1
1.1	Presentació	1
1.2	Objectius	1
1.3	Justificació	2
1.4	Estructura del treball	2
2	Marc teòric	2
2.1	Aprentatge basat en problemes: definició i característiques	2
2.2	Objectius de l'ABP	3
2.3	Etapas de l'ABP	4
2.4	El paper del docent	5
2.5	El paper de l'estudiant	6
2.6	L'avaluació de l'ABP	6
3	Descripció dels materials didàctics	7
3.1	Contextualització	7
3.2	Objectius generals	8
3.3	Competències bàsiques	8
3.4	Continguts	9
3.5	Temporalització i cronograma	10
3.6	Materials didàctics	10
3.6.1	Material didàctic 1: dossier d'aprenentatge	11
3.6.2	Material didàctic 2: glossari científic	12
3.6.3	Material didàctic 3: exercicis de proves PAU	13
3.6.4	Material didàctic 4: ciència en context: taller de premsa	13
3.6.5	Material didàctic 5: un món microscòpic	14
3.6.6	Material didàctic 6: podem controlar i manipular els microorganismes?	19
3.6.7	Material didàctic 7: estem davant d'una nova epidèmia?	20
3.6.8	Material didàctic 8: microorganismes i cicles biogeoquímics	37
3.6.9	Material didàctic 9: microbiologia: indústria i medi ambient	40
3.6.10	Material didàctic 10: un aspecte, diferents punts de vista	47
3.7	Avaluació	48
4	Valoració i conclusions	48
5	Bibliografia	50
6	Annexos	53

1. Introducció

1.1. Presentació

El present Treball Final del Màster Universitari en Professor/a d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes és el resultat de l'ampliació i l'aplicació dels diferents continguts i competències adquirides en les assignatures cursades en el citat Màster, tant en les matèries teòriques com en el pràcticum. El treball, emmarcat dins de la modalitat 6 anomenada materials didàctics, presenta un recull de materials dissenyats per a l'assignatura de Biologia de 2n de Batxillerat, utilitzant la filosofia educativa del *learning by doing* i l'aprenentatge basat en problemes (ABP) com a estratègia metodològica.

Els ràpids canvis viscuts en la nostra societat en les últimes dècades, han creat, necessàriament, un replantejament del model i funció educativa. Ja en la dècada dels 60 i 70 naixen les diverses teories constructivistes que tenen com a idea central que els alumnes són els responsables de la construcció del seu aprenentatge, construït a partir dels coneixements previs que posseeixen, i que la funció del docent és facilitar aquest procés d'ensenyament-aprenentatge (Coll *et al.*, 1999). Aquestes idees constructivistes donen suport teòric a una gran part de treballs en l'àmbit de la didàctica en general i de la didàctica de les Ciències en particular (Marín, 2003). Malgrat tot, l'aplicació en els centres educatius segueix sent escassa. Actualment, continua havent una predominança en l'ús d'un model educatiu amb inèrcies passades on l'alumnat és un mer receptor passiu d'informació i en la utilització d'un mètode d'avaluació centrat en les qualificacions. Tot i això, en els últims anys, s'està tendint cap a la implantació d'un nou model educatiu basat en estratègies educatives que afavoreixin un aprenentatge significatiu, durador i competencial que condueixi als alumnes cap a una educació integral i que els permeti aprendre les bases per a poder dur a terme un aprenentatge permanent (Fernández, 2006; Rodríguez, 2004).

1.2. Objectius

Per tot allò explicat en el punt anterior, i partint de l'aprenentatge adquirit en el Màster i de l'experiència viscuda en el pràcticum, els objectius plantejats en aquest treball són els següents:

1. Disseny de materials didàctics emprant metodologies didàctiques actives que inciten a la major participació de l'alumnat en el procés d'ensenyament-aprenentatge.
2. Utilització de l'aprenentatge basat en problemes en el disseny dels recursos didàctics per fomentar un aprenentatge competencial, durador, autodirigit i d'integració.
3. Aplicació dels conceptes teòrics a situacions reals per facilitar la comprensió d'aquests.
4. Elaboració de recursos didàctics que promoguin una major integració dels conceptes teòrics i de la part pràctica reflectida en el treball de laboratori.
5. Disseny d'activitats que permetin el desenvolupament d'un pensament crític envers de la Ciència i la seva implicació social.
6. Integració en els materials didàctics de tècniques de treball cooperatiu que permetin el desenvolupament d'habilitats i destreses socials en l'alumnat.

1.3. Justificació: Per què ABP i per què 2n de Batxillerat?

La dificultat teòrica dels conceptes establerts en el currículum de Biologia per al curs esmentat, mínimament o no impartits en els cursos anteriors, dificulten la seva comprensió en exposicions o classes merament teòriques. Així, l'ús d'una metodologia amb una vessant més pràctica, basada en problemes quotidians i/o propers a l'alumnat pot facilitar un aprenentatge més viu, útil i significatiu i, el foment d'un interès necessari per a l'òptima comprensió d'aquests (Pantoja i Covarrubias, 2013).

Durant els dos cursos de Batxillerat els alumnes són preparats per a l'accés a l'Educació Superior Universitària. En els últims anys, l'Espai Europeu d'Educació Superior estableix com a objectiu centrar l'aprenentatge en el desenvolupament de competències professionals i fomentar l'aprenentatge autònom i permanent mitjançant una educació universitària centrada en l'alumne i basada en estratègies d'aprenentatge actiu (González i Wagenaar, 2003). Ja que la implementació del Pla Bolonya a les universitats ha comportat canvis en les estratègies d'aprenentatge, la metodologia utilitzada al Batxillerat hauria d'anar en consonància amb les noves exigències universitàries i educatives. Partint d'aquests preceptes, s'ha optat pel desenvolupament d'un bloc de la matèria de Biologia de 2n curs de Batxillerat.

1.4. Estructura del treball

Respecte a l'estructura del treball, aquest està dividit en tres parts. En la primera part, s'explica breument el marc teòric (definició, objectius, característiques i avaluació) sobre el que es fonamenta aquesta metodologia d'aprenentatge. A continuació, la part central d'aquest treball descriu un seguit de materials didàctics per a implementar emprant aquesta metodologia. En cada activitat plantejada es detallen els objectius d'aprenentatge, continguts i competències, temporalització i desenvolupament, criteris i instruments d'avaluació així com els materials i recursos necessaris per a la seva implementació. Per a finalitzar, en la última part, es realitza una breu reflexió sobre la consecució dels objectius plantejats, juntament amb una valoració dels avantatges i possibles dificultats que es poden trobar en la seva implantació, en comparació amb una estratègia metodològica més tradicional, en un curs marcat per les proves d'accés a la universitat.

2. Marc teòric

2.1 Aprenentatge basat en problemes: definició i característiques

L'aprenentatge basat en problemes (ABP) o *Problem-based learning* (PBL) té el seu origen a finals de la dècada dels seixanta a la Facultat de Medicina de la Universitat McMaster (Canadà), on un grup de docents decideixen implantar aquesta nova metodologia didàctica després d'observar la ineficàcia de l'ús de les classes expositives en la preparació dels estudiants de medicina per a l'exercici de la seva professió (Neufeld i Barrows, 1974). Més recentment, l'aplicació de l'ABP s'ha produït en diferents escoles professionals i la incorporació a l'educació s'ha anat incrementant amb el temps (Morales i Landa, 2004). Actualment existeixen instituts i organitzacions que, aprofitant els avantatges que generen les noves tecnologies, han creat comunitats on els professionals de l'educació poden exposar el seu treball a l'aula i aprendre d'altres experiències de

docents d'arreu del món. En el cas de l'ABP, el Buck Institute for Education (BIE) ensenyen a professors a com implementar la metodologia ABP en tots els nivells educatius i en diferents àrees (<http://bie.org/>).

Barrows (1986) defineix l'ABP com “un mètode d'aprenentatge basat en el principi d'utilitzar problemes com a punt de partida per a l'adquisició i integració dels nous coneixements”. Per tant, l'ABP és una estratègia d'aprenentatge basada en l'aprenentatge experimental, on els alumnes aprenen resolent problemes i reflexionant sobre les seves experiències d'aprenentatge (Hmelo-Silver, 2004). Diversos treballs han descrit els trets característics de l'ABP. Generalment, els aspectes més destacades d'aquesta metodologia didàctica són (Morales i Landa, 2004; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2004):

- ❖ **L'aprenentatge centrat en els alumnes.** Baix la guia del docent, els alumnes han de prendre la responsabilitat del seu aprenentatge, desenvolupar hipòtesis explicatives, identificar les necessitats d'aprenentatge que els permetrà comprendre millor el problema i complir els objectius d'aprenentatge preestablerts.
- ❖ **L'aprenentatge es produeix en grups petits d'alumnes, fet que estimula el treball cooperatiu.** Inicialment, l'ABP estava dissenyat per a treballar en grups reduïts d'alumnes. No obstant, hi ha diverses experiències on s'ha implementat aquesta metodologia en grups grans de treball (Branda i Acarín, 2009).
- ❖ **Els docents actuen com a guies.** Els docents assumeixen el rol de facilitar l'aprenentatge dels alumnes plantejant problemes que estimulen i motiven l'autoaprenentatge d'aquests. A més, el docent és un guia que els acompanya i els ajuda a solucionar els problemes que se'ls poden plantejar al llarg del procés d'ensenyament-aprenentatge.
- ❖ **Els problemes són l'estímul de l'aprenentatge.** El problema que se presenta als alumnes ha de ser un problema del món real i se'ls ha de plantejar com un repte que els motivi per a fer una recerca exhaustiva d'informació, síntesi i anàlisi de la mateixa i extracció de conclusions que els proporcionin la solució al mateix.
- ❖ **Es realitza un aprenentatge autodirigit.** Els alumnes aprenen a partir de situacions reals i degut a l'acumulació d'experiència fruit del seu propi treball de recerca.

2.2 Objectius de l'ABP

L'ABP busca el desenvolupament integral dels alumnes i relaciona l'adquisició de nous coneixements amb aprenentatge de competències, habilitats i valors. Diversos són els estudis on es descriuen els objectius que pretén aconseguir l'ABP com a metodologia didàctica (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2004; Branda i Acarín, 2009). Bàsicament, es poden resumir en els següents propòsits:

- ❖ Desenvolupar estratègies de raonament i avaluació crítica per combinar i sintetitzar informació en una o més hipòtesis explicatives del problema per a crear un aprenentatge significatiu.
- ❖ Promoure en l'alumne la responsabilitat del seu propi aprenentatge i motivar-los en la participació activa del procés d'ensenyament-aprenentatge.
- ❖ Estimular la relació interdisciplinària de l'aprenentatge, identificant del nou coneixement après, aquells conceptes que puguin aplicar-se a altres problemes.

- ❖ Desenvolupar habilitats per a les relacions interpersonals i estimular el sentit del treball cooperatiu i de col·laboració.

2.3 Etapes de l'ABP

Degut a la seva ampla utilització com a metodologia didàctica, sobretot en l'Educació Superior, existeixen diverses versions amb diferències en les etapes que segueix el procés de l'ABP. Bàsicament, es pot resumir que les etapes generals en que es divideix el desenvolupament de l'ABP són tres (Branda i Acarín, 2009):

1- **Pluja d'idees i pla d'aprenentatge.** Un cop presentat el problema, els estudiants realitzen una pluja d'idees de tots aquells aspectes que consideren relacionats amb la situació problema. A partir d'aquestes conjunt d'idees s'elabora un pla d'aprenentatge que conté aquells aspectes que els alumnes han de clarificar i comprendre per a resoldre el problema i sobre els quals es focalitzarà la recerca.

2- **Seguiment del problema.** Els alumnes realitzen una recerca bibliogràfica sobre els aspectes acordats en el pla d'aprenentatge i han d'avaluar críticament la informació recollida.

3- **Resum del problema i abstracció.** En finalitzar l'anàlisi del problema, els alumnes han de ser capaços d'identificar allò que han après i fer un exercici d'abstracció per a determinar si allò après es pot aplicar a altres situacions problema.

Més concretament, en la següent taula es resumeixen les diferents etapes emprades en la versió utilitzada per la Universitat de Maastricht i en versió descrita en el treball de Morales i Landa.

Taula 1. Diferències d'aplicació de l'ABP en quan a les etapes que segueix el procés.

Etapes	Versió de la Universitat de Maastricht (Schmidt, 1983)	Versió descrita per Morales i Landa (2004)
Pas 1	Aclarir conceptes del problema difícils d'entendre	Llegir i analitzar el problema
Pas 2	Definir el problema	Realitzar una pluja d'idees sobre les possibles causes i solucions del problema utilitzant els coneixements previs
Pas 3	Anàlisi del problema: realització d'una pluja d'idees utilitzant els coneixements previs	Fer un llistat d'allò que es coneix
Pas 4	Selecció de les idees més rellevants	Fer un llistat d'allò que no es coneix i que és necessari per a resoldre el problema
Pas 5	Formulació d'objectius d'aprenentatge: quins aspectes del problema han de ser investigats	Planejar les estratègies de la recerca: fer una llista d'allò que s'ha de fer per a la resolució del problema
Pas 6	Recerca d'informació	Definir el problema
Pas 7	Síntesis de la informació recollida i elaboració de l'informe on es plasmen els coneixements adquirits	Recerca d'informació
Pas 8		Presentació dels resultats

A més d'aquestes dos versions, s'han descrit altres modalitats d'ABP adaptades a classes amb un nombre elevat d'alumnes, com l'ABP a l'estil Hong Kong i l'ABP 4x4, on part dels passos es realitzen en tutories

individualitzades del grup amb el docent per garantir una atenció més focalitzada (Prieto *et al.*, 2006; Prieto *et al.*, 2008).

2.4 El paper del docent

El paper del docent en la metodologia ABP fa un gir de 360 graus respecte al rol d'aquest en la metodologia més tradicional, on té un paper central en el procés d'aprenentatge ja que és l'emissor de la informació. En el cas de l'ABP, és l'alumne el protagonista del procés educatiu, passant a ser el constructor del seu propi aprenentatge, per tant, el paper del docent és el de guia i facilitador d'aquest procés d'aprenentatge i adquisició de competències que permetran als alumnes afrontar amb èxit la resolució de problemes (González i Carrillo, 2008). Les principals tasques que el docent ha de realitzar en l'ABP són les següents:

❖ **Elaboració del problema.** El problema és l'eix central al voltant del qual gira tot el procés i l'elaboració i disseny d'aquest està directament relacionat amb l'èxit de la metodologia ABP. Els problemes o situacions problemàtiques que s'empren són aquelles que requereixen capacitat d'anàlisi i avaluació, estan relacionats amb el món real i tota la informació necessària per a resoldre'l no està inclosa en el problema.

Segons Romero i Sevilla (2008), el disseny dels problemes emprats en l'ABP ha de basar-se en que en la seva resolució els alumnes aconseguiran l'adquisició dels objectius didàctics marcats pel currículum, que han de ser, per un altra banda holístics i interdisciplinaris. Una vegada definits els objectius didàctics que es pretén abordar, el següent pas consisteix en la redacció de l'enunciat del problema. Els principals criteris que un problema ABP ha de tenir en consideració es presenten en la següent taula:

Taula 2. Criteris emprats en l'elaboració de problemes ABP (Romero i Sevilla, 2008; Branda i Acarín, 2009).

Criteris	Característiques	Objectiu
Estructuració	Ha de contenir poca informació. Ha de tenir un plantejament obert (posseir solucions múltiples).	Adquisició d'habilitats necessàries per a la seva resolució (definir del problema, determinar quina informació i habilitats són necessàries per a la resolució i sintetitzar allò que saben i allò que no saben i què necessiten comprendre).
Complexitat	Ha de tenir un cert grau de dificultat.	Motivar als alumnes. Provocar conflictes cognitius que fomenten l'aprenentatge. Fomentar la cooperació (aprenentatge d'habilitats socials i de treball en grup).
Actualitat	Ha de ser actual i del món real	Motivar als alumnes. Conscienciar que allò que treballen al centre educatiu té rellevància fora de l'aula.
Adequats	Ha d'estar adaptat al nivell cognitiu i emocional de l'alumnat.	Evitar generar frustració si no els poden resoldre.

❖ **Coordinar el procés d'ensenyament-aprenentatge.** Per una altra banda, el professor té la funció d'orientar la discussió i el procés d'ensenyament-aprenentatge. Les tasques del docent es poden agrupar en tres aspectes (Vizcarro i Juárez, 2008):

- Gestió de l'aula: el docent ha de tenir formació en dinàmiques de treball en grup i resolució de conflictes. A més, és el responsable de la creació dels grups de treball i de fomentar un bon clima de treball.

- Explicar la metodologia de treball: el professor ha d'informar als alumnes de l'estructura de les sessions, de la metodologia emprada, dels criteris i instruments d'avaluació per a que els alumnes siguin conscients en tot moment del funcionament de la matèria.

- Seguiment del treball dels grups en totes les seves fases: el docent ha d'ajudar als alumnes a que pensen, a formular hipòtesis i a testar la seva validesa, a vincular les dades del problema amb els seus coneixements previs, a fer una bona recerca d'informació i ha de fomentar l'avaluació crítica de la informació recollida per a solucionar el problema. A més, el docent és el moderador de les discussions grupals i ha de fomentar i estimular la discussió i el treball grupal.

2.5 El paper dels estudiants

Com s'ha explicat anteriorment, una de les característiques de l'ABP és que l'aprenentatge està centrat en l'alumne, fet que provoca que els alumnes han d'adquirir una sèrie de responsabilitats per a que el desenvolupament de l'ABP sigui exitós. Aquest és un recull d'aspectes que configuren el paper de l'alumne en l'ABP (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2004):

- Disposició per a treballar en grup, estimulants les habilitats cooperatives entre els membres del grup i presentar capacitat de comunicació a l'hora de resoldre conflictes.
- Implicació en la recerca d'informació i en la participació activa en els debats grupals.
- Desenvolupament de pensament crític i d'habilitats d'anàlisi i de síntesi d'informació
- Disposició a aprendre dels demés i compromís per a compartir el coneixement.

2.6 L'avaluació de l'ABP

En l'ABP es pretén que els alumnes no solament adquireixin nous continguts teòrics sinó que assoleixin certes competències, habilitats i actituds. Per tant, els processos d'avaluació convencionals basats, generalment, en la qualificació d'una o diverses proves escrites no són suficients per avaluar tot allò que pretén aconseguir l'ABP. A més, aquesta metodologia didàctica està centrada en l'alumne en tant en quan aquest presenta una participació activa en tot el procés d'ensenyament-aprenentatge, per consegüent, l'alumne també ha de formar part del procés d'avaluació. A més de l'avaluació realitzada pel professor, els alumnes han de tenir la possibilitat d'avaluar-se a ells mateixos, d'avaluar als companys, avaluar al docent i avaluar el procés de treball en grup i els seus resultats (Vizcarro i Juárez, 2008).

L'avaluació en l'ABP no té com a objectiu fer una foto estàtica del que els alumnes han après al final del procés i qualificar aquest aprenentatge amb una nota numèrica. L'objectiu de l'ABP és que els alumnes assoleixin una sèrie de competències que a l'inici del curs no tenien, per això, per a que l'avaluació tingui un paper formador, aquesta s'ha de realitzar de manera contínua, al llarg de tot el procés d'ensenyament-aprenentatge i amb una retroalimentació contínua entre docent i alumnes (Bermejo i Pedraja, 2008). Conseqüentment, s'han de diversificar els instruments d'avaluació emprats a l'hora d'avaluar allò que s'ha après mitjançant l'ABP (Morales i Landa, 2004; Vizcarro i Juárez, 2008; Bermejo i Pedraja, 2008; Branda i Acarín, 2009; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2004).

❖ **Avaluació realitzada pel professor.** El docent ha d'avaluar l'aportació individual al treball així com l'aportació del grup. Per açò pot utilitzar una gran diversitat de ferramentes d'avaluació com una prova escrita o pràctica al finalitzar el problema, la revisió del producte final demanat als alumnes (mapa conceptual, presentació oral dels resultats, resums, quadern de laboratori, etc.) així com un registre d'observacions sobre com els alumnes han anat treballant.

❖ **Avaluació als companys o coavaluació.** En aquesta avaluació són els alumnes qui s'avaluen entre ells en base a uns criteris establerts sobre aspectes d'interacció social i de realització de la tasca. En aquesta avaluació els alumnes aprenen a observar i a expressar constructivament les seves opinions sobre la resta de companys. En tant en quan són avaluats pels seus iguals, interioritzen més la responsabilitat que tenen envers dels seus companys i la contribució al treball del grup així com reben informació sobre actituds que poden tenir cap als companys dels que no són conscients.

❖ **Autoavaluació.** És molt interessant que els alumnes realitzen una reflexió sobre la pròpia trajectòria en el procés d'aprenentatge, sobre si estan complint els objectius, sobre allò que estan millorant o els dubtes que puguin anar tenint. Aquesta reflexió fomenta un aprenentatge reflexiu i autònom dels estudiants.

❖ **Avaluació al docent.** En aquest cas és l'alumne qui avalua al professor, donant-li un *feedback* sobre el desenvolupament de la seva tasca com a facilitador i guia de l'aprenentatge, sobre el disseny i la conducció dels problemes i de l'aplicació de la metodologia didàctica. Aquesta avaluació li serveix al docent per a millorar la seva pràctica docent.

3. Descripció dels materials didàctics

3.1. Contextualització

Els materials proposats a continuació estan dissenyats per a alumnes que cursen l'assignatura de Biologia en 2n de Batxillerat. Segons la legislació vigent (Real Decret 1467/2007 de 2 de novembre) en aquest nivell educatiu la Biologia és una matèria de modalitat, concretament de la modalitat de Ciències i Tecnologia que té una càrrega lectiva de quatre hores setmanals.

Segons el Decret 102/2008, d'11 de juliol, del Consell, pel qual s'estableix el currículum del batxillerat en la Comunitat Valenciana, els materials proposats estan dissenyats per a treballar el nucli o bloc 6 del currículum, titulat "Microbiologia. El món dels microorganismes i les seves aplicacions." En aquest nucli es planteja l'estudi dels microorganismes, la seva diversitat i la seva relació amb la resta d'éssers vius i la intervenció en els cicles biogeoquímics. Tanmateix, en aquest bloc també s'aborda la importància econòmica i social que presenta la utilització dels microorganismes en la biomedicina, la indústria i la conservació del medi ambient, així com l'impacte que la biotecnologia i les tècniques d'enginyeria genètica tenen en la societat actual.

En referència al grup-aula de 2n de Batxillerat per al que s'ha dissenyat aquesta proposta, seria un grup estàndard d'aquest nivell educatiu format per uns 20 alumnes.

3.2. Objectius generals

Els objectius generals que marca la llei per a aquest nucli temàtic són:

1. Conèixer els diferents tipus de microorganismes, classificar-los en funció de la seva organització cel·lular i descriure les característiques estructurals i funcionals de cada grup.
2. Identificar i descriure mètodes de cultiu, aïllament, esterilització i identificació de microorganismes per a l'experimentació biològica.
3. Conèixer l'origen infeccions de les malalties provocades per microorganismes, relacionar els microorganismes patògens amb les malalties que originen, i argumentar la importància de la resistència antibiòtica.
4. Comprendre i valorar la importància dels microorganismes en els processos naturals (cicles biogeoquímics) i el seu paper en els processos industrials i de conservació del medi ambient.

A més dels objectius esmenats anteriorment, existeixen uns objectius transversals que s'han de treballar al llarg de tota la matèria, els quals són:

5. Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant els coneixements biològics rellevants.
6. Utilitzar amb autonomia les estratègies característiques de la investigació científica (plantejar problemes, formular i contrastar hipòtesis, planificar i dissenyar experiments, interpretar i comunicar resultats i utilització de fonts d'informació).
7. Comprendre la naturalesa de la Biologia i les seues limitacions, així com les seues complexes interaccions amb la tecnologia i la societat, valorant els diferents aspectes ètics, socials, ambientals, econòmics i polítics relacionats amb els nous descobriments, desenvolupant actituds positives cap a la ciència i la tecnologia per la seua contribució al benestar humà.
8. Valorar la informació procedent de diferents fonts, especialment les relacionades amb les tecnologies de la informació i la comunicació per a formar-se una opinió pròpia, que els permeti expressar-se críticament sobre problemes actuals relacionats amb la Biologia, mostrant una actitud flexible i oberta enfront d'opinions diverses.

3.3. Competències bàsiques

Tal i com estableix la LOE, les competències bàsiques s'han de desenvolupar en l'Educació Primària i Secundària, per tant, la llei no especifica quines són les competències bàsiques per a l'Educació post-obligatòria. Tot i això, les competències bàsiques sorgeixen de les recomanacions que fa el Parlament Europeu en un estudi sobre competències clau per a un aprenentatge permanent (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2006).

Per això, tot i que no estan especificades per llei, l'apartat de competències bàsiques es considera essencial en el disseny de la proposta ja que pretén, a més de consolidar i reforçar aquelles competències desenvolupades en l'Educació Secundària, ampliar-les amb les competències específiques de cada modalitat. Per tant, les competències que es pretenen aconseguir amb aquesta proposta didàctica són:

1. Competència en ciència i tecnològica (CCT): En l'estudi dels microorganismes, la seva relació amb les infeccions així com la importància d'aquests organismes en la indústria i el medi ambient és on s'aplicarà aquesta competència bàsica. A més, en les pràctiques de laboratori dissenyades, els alumnes podran aprendre d'una manera molt més real com es treballa en ciència, utilitzant el mètode científic.

2. Competència social i cívica (CSC): en les activitats proposades els alumnes aprendran la gran connexió que existeix entre ciència i societat i el gran impacte que la ciència té sobre les nostres vides. A més, les activitats dissenyades són majoritàriament de treball en grup, fet amb el que es pretén fomentar habilitats socials com el respecte, la responsabilitat, la solidaritat, la capacitat de dialogar i negociadora i la cooperació.

3. Competència aprendre a aprendre (CAA): Ser conscient de les idees i els coneixements previs és el primer pas per iniciar un procés d'aprenentatge. L'alumne aprendrà de forma autònoma a integrar els coneixements i procediments científics necessaris per a comprendre la informació provinent de la seva experiència personal així com dels mitjans de comunicació. En el treball de laboratori, els alumnes hauran de treballar de forma autònoma i ser capaços de dissenyar les seves propostes científiques per a resoldre el problema plantejat.

4. Competència en comunicació lingüística (CCL). Mitjançant la lectura de textos, la visualització de vídeos i la realització d'escrits científics, els alumnes exercitaran la comprensió lectora i la capacitat d'expressió escrita. Aquesta competència permetrà comprendre i interpretar conceptes i missatges sobre ciència. A més, les diferents exposicions orals permetrà a l'alumnat treballar l'expressió oral i exercitar l'ús d'un registre estàndard i un vocabulari específic de la matèria.

5. Autonomia i esperit emprenedor (AEE). Les activitats de treball en grup suposen una descentralització del paper del docent, i per tant, l'adopció d'un paper més actiu per part dels alumnes. L'alumne aprendrà a enfrontar-se a una situació problema i a com fer la recerca d'informació adequada per a trobar una resposta. Amb aquest procés es pretén que l'alumnat reforci la seva autonomia i autoestima i aprengui a gestionar les emocions que es presenten a l'enfrontar-se a una situació problema.

6. Competència digital (CD). Actualment, Internet s'ha convertit en una font d'informació excel·lent i primordial però que no sempre és fiable. Durant les activitats proposades, l'ús d'Internet com a font d'informació serà fonamental i es pretén que els alumnes aprenguin a treballar de manera correcta i a contrastar i discriminar la informació de la qual disposen.

3.4. Continguts

Els continguts que corresponen al nucli dels microorganismes es troben detallats en el Decret 102/2008, d'11 de juliol i són:

a) Conceptuals

- Els microorganismes: un grup taxonòmicament heterogeni. Les seves formes de vida. Bacteris i virus.
- Mecanismes d'intercanvi genètic entre bacteris: transformació, transducció i conjugació.
- Relació entre els microorganismes i la seva interacció amb els éssers humans i altres éssers vius. Malalties infeccioses.
- Intervenció dels microorganismes en els cicles biogeoquímics.

- Utilització dels microorganismes en processos industrials, en agricultura, farmàcia, sanitat i alimentació.
- Importància social i econòmica de la utilització i manipulació dels microorganismes en els diferents àmbits.
- Introducció experimental als mètodes d'estudi i cultiu dels microorganismes.

b) Procedimentals

Adquisició de procediments que constitueixen la base del treball científic tals com: plantejament de problemes, formulació i contrast d'hipòtesis, disseny i desenvolupament d'experiments, interpretació de resultats, comunicació científica, utilització de fonts d'informació i comprovació i contrast de la informació.

c) Actitudinals

- Valoració crítica sobre la influència de la societat en el desenvolupament de la Biologia i la Tecnologia
- Adquisició d'actituds que contribueixin a la formació integral de l'alumnat al mateix temps que generen actituds positives cap a la Ciència i el seu aprenentatge tals com curiositat, perseverança, disposició a l'anàlisi reflexiva, precisió i rigor, autoconfiança, disposició a la consideració i valoració d'arguments diferents dels propis, creativitat, respecte i sensibilitat cap al medi ambient i disposició a la cooperació amb els altres.

3.5. Temporalització i cronograma

Set són els nuclis a treballar en Biologia en 2n de Batxillerat. Tenint en consideració que dos d'ells (aproximació al treball científic i la naturalesa de la Biologia i les seues relacions amb la Tecnologia i amb la societat) es treballaran integrats en la resta dels nuclis i la càrrega lectiva setmanal (quatre sessions), cada un dels cinc nuclis tindrà una temporalització mitjana d'aproximadament 27 sessions (sis setmanes). Concretament, el nucli tractat en aquest treball es realitzarà en 23 sessions. En l'annex I es presenta un cronograma de la distribució temporal dels materials didàctics proposats.

3.6. Materials didàctics

Els materials didàctics presentats es plantegen a través d'una situació problema a la qual els alumnes han de trobar una resposta. Mitjançant la recerca d'aquesta resposta es pretén que assoleixin tant els continguts com les competències d'una manera més integrada, duradora i puguin relacionar allò que estan aprenent dins les aules amb situacions de la seva vida quotidiana.

El desenvolupament de les activitats de treball per ABP seguirà l'estructura en 8 passos descrits en Morales i Landa (2004) on es realitzarà el plantejament del problema, un *brainstorming* sobre allò que es coneix i allò que no es coneix, organització i recerca de la informació i finalment exposició o presentació dels resultats i solució del problema. Als alumnes se'ls entregarà una fulla amb l'enunciat del problema que han de resoldre i on quedarà redactat les idees aportades en la pluja d'idees inicial així com el que saben i el que necessiten saber i la planificació de la recerca.

La majoria dels materials didàctics proposats estan dissenyats per a realitzar-los de manera grupal per això es realitzarà la formació de grups base de treball de quatre alumnes. No obstant això, no s'ha d'oblidar que actualment, segons la legislació vigent, al final de curs aquests alumnes tenen les proves PAU d'accés a la

universitat, per tant, per ajudar-los en la preparació d'aquest examen, al llarg del bloc se'ls proporcionaran diferents exercicis similars als que s'enfrontaran en les proves d'accés per a que es familiaritzen amb el tipus d'exercicis i poder resoldre tots els dubtes que els vagin sorgint. A més, la tipologia de preguntes de les proves PAU són bàsicament de definicions i d'explicacions teòriques, per tant, també es treballaran activitats d'aquest tipus durant el bloc temàtic.

Tots els productes finals elaborats com a resultat de les diferents activitats es penjaran en l'aula virtual de l'assignatura. En l'annex II es pot observar diverses imatges d'aquesta aula virtual. Per veure l'aplicació completa accedir al següent enllaç <https://sites.google.com/a/uji.es/aula-virtual-biologia-2n-bat/>.

3.6.1. Material didàctic 1: Dossier d'aprenentatge

Objectiu d'aprenentatge: incitar a que els alumnes reflexionen sobre la seva activitat i progrés en el procés d'ensenyament-aprenentatge.

Competències: CCT, CCL, CD, CAA.

Continguts:

- a) **Procedimentals:** desenvolupament de la capacitat de reflexió i la capacitat crítica.
- b) **Actitudinals:** implicació individual, creativitat.

Metodologia: Treball individual.

Materials: ordinador amb connexió a Internet i Google Sites.

Lloc: Treball a casa.

Desenvolupament: Després de cada activitat, cada alumne haurà de realitzar una entrada al seu dossier d'aprenentatge on s'indicarà un resum del treballat, els aspectes més importants, les evidències d'aprenentatge i els dubtes o coses que s'han de millorar.

Criteris d'avaluació:

- Realització de les entrades.
- Que tots els aspectes demanats estiguin complets.

Instruments d'avaluació:

Cada entrada formarà part de l'autoavaluació de cada activitat (percentatge d'avaluació detallat en cada activitat) i s'avaluarà mitjançant la següent rúbrica:

Taula 3: Rúbrica d'avaluació del dossier d'aprenentatge.

Criteris	Fluix	Adequat	Excel·lent
Estructura i presentació (2p)	Estructura i presentació pobre, fet que dificulta la lectura i la comprensió (0.5p)	La informació està estructurada tot i que la presentació està poc treballada (1p)	La informació està ben estructurada i la presentació treballada en detall (2p)
Resum, més important, dubtes (2p)	No estan detallats tots els apartats i no estan relacionats amb els objectius (0.5p)	Tots els apartats demanats estan presents però no hi ha relació amb els objectius (1p)	Tots els apartats demanats estan detallats i relacionats amb els objectius (2p)

Evidències (2p)	No mostra evidències d'aprenentatge (0.5p)	Mostra evidències d'aprenentatge en la majoria de les entrades (1p)	Aporta evidències d'aprenentatge en totes les entrades (2p)
Reflexions: inicial i final (2p)	No mostra reflexions sobre l'assoliment dels objectius (0.5p)	Reflexió poc profunda sobre l'assoliment dels objectius (1p)	Reflexió profunda sobre l'assoliment dels objectius (2p)
Expressió escrita (2p)	El text no presenta cohesió i no es respecten les normes d'ortografia en més de 10 ocasions (0.5p)	La major part del text està cohesionat i no s'han respectat les normes d'ortografia entre 1-10 ocasions (1p)	El text està cohesionat i sempre es respecten les normes d'ortografia (2p)

3.6.2. Material didàctic 2: glossari científic

Objectiu d'aprenentatge: la preparació dels conceptes teòrics del bloc per a facilitar l'estudi per a les proves PAU i treballar poc a poc durant tot el bloc els conceptes clau que els alumnes han de saber.

Competències: CCT, CSC, CCL, CD, CAA.

Continguts:

- a) **Conceptuals:** tots aquells que es vagin treballant al llarg del bloc temàtic.
- b) **Procedimentals:** definició dels conceptes teòrics del bloc, correcció del treball dels companys, capacitat d'organització i preparació del material d'estudi.
- c) **Actitudinals:** implicació individual i grupal en la tasca, cooperació, respecte.

Metodologia: Treball en grup.

Materials: ordinador amb connexió a Internet i compte en Google Drive, fulla d'avaluació als companys (annex III).

Lloc: Treball a casa.

Desenvolupament: Realització d'un glossari científic digital on s'anotaran totes aquelles definicions que vagin apareixent durant els blocs de treball. Mitjançant un llistat amb els grups base de treball i un document Google compartit entre l'alumnat i el professor, després de cada sessió un dels grups s'encarregarà d'introduir els conceptes clau treballats. L'elaboració del glossari serà rotativa i un grup diferent serà l'encarregat de la tasca després de cada sessió. A més, quan un grup hagi de fer la introducció dels conceptes treballats durant una sessió, també serà l'encarregat de revisar i corregir les entrades del glossari dels dies anteriors. Quan una entrada del glossari haurà estat revisada per tots els grups, si tots ells estan d'acord, es considerarà correcta i completa. El registre d'aquestes correccions quedarà plasmat en una fulla de càlcul compartida on els alumnes hauran de marcar quan consideren que l'entrada del glossari és completa. En l'annex IV es pot observar com seria aquest glossari científic i la taula de registre de les entrades.

Criteris d'avaluació:

- Compliment del glossari al dia.
- Revisió de les entrades anteriors.
- Contingut complet i precís del glossari.

Instruments d'avaluació:

- El propi glossari: contingut complet i precís (5%)
- Avaluació als companys per a determinar la implicació individual de cada membre del grup en la realització de la tasca (2.5%).
- Autoavaluació mitjançant el dossier d'aprenentatge (2.5%).

3.6.3. Material didàctic 3: recull d'activitats proves PAU

Objectiu d'aprenentatge: aprendre a controlar el temps, a contestar les preguntes d'una manera coherent i ordenada i a gestionar la pressió que pot aparèixer als exàmens amb la realització d'exercicis similars als que els alumnes s'hauran d'examinar a les proves PAU.

Competències: CCT, CCL.

Continguts:

- Conceptuals:** tots aquells que es vagin treballant al llarg del bloc temàtic.
- Procedimentals:** control del temps i de la pressió i nervis, planificació del treball.
- Actitudinals:** Implicació personal, esforç individual.

Metodologia: Treball individual.

Materials: Quadern d'activitats (annex V).

Lloc: Treball a casa.

Desenvolupament: Realització d'activitats extretes de proves PAU que podran auto-correr, ja que també se'ls entregaran les solucions. En classe es treballaran aquelles activitats de les quals tinguin dubtes.

Avaluació: Aquesta activitat no s'avaluarà; servirà per a que els alumnes es vagin preparant i enfrontat a activitats semblants a les que hauran de realitzar a les proves PAU.

3.6.4. Material didàctic 4: Ciència en context: taller de premsa

Objectiu d'aprenentatge: comprendre les interaccions de la Ciència amb la Tecnologia i la societat. Valorar la informació procedent dels mitjans de comunicació per a formar-se una opinió pròpia i que els permeti expressar-se críticament sobre problemes actuals relacionats amb la Biologia.

Competències: CCT, CSC, CCL, CD, CAA.

Continguts:

- Conceptuals:** tots aquells que es vagin treballant al llarg del bloc temàtic i que tinguin un impacte social que quedi reflectit als mitjans de comunicació.
- Procedimentals:** recerca d'articles científics publicats en premsa, valoració de la implicació de la Ciència en la societat, foment d'un pensament crític d'allò que es llegeix.
- Actitudinals:** implicació individual i grupal en la tasca, cooperació, respecte.

Metodologia: Treball en grup.

Materials: ordinador amb connexió a Internet i aula virtual de l'assignatura.

Lloc: Treball a casa o si en classe tenen temps lliure.

Desenvolupament: Recopilació d'informació de l'actualitat científica sobre els temes que s'estudien durant el bloc temàtic. Setmanalment, un dels grups de treball serà l'encarregat de fer aquesta recerca en la premsa escrita. Cada article anirà acompanyat d'un breu comentari sobre les idees principals del text, per què l'han seleccionat i quina implicació social comporta. Els alumnes hauran de penjar els articles trobats amb el comentari a l'apartat corresponent de l'aula virtual.

Criteris d'avaluació:

- Recollida de diferents articles d'actualitat científica.
- Redacció d'un breu comentari sobre l'article on constin les idees principals del text, per què l'han seleccionat i quina implicació social comporta.

Instruments d'avaluació:

- Comentari: idees principals, per què l'han seleccionat i la implicació social (3%).
- Avaluació als companys (1%) i autoavaluació (1%).

3.6.5. Activitat 5: Un món microscòpic

Objectius d'aprenentatge:

- Classificar els diferents tipus de microorganismes en funció de la seva organització cel·lular i descriure les característiques estructurals i funcionals de cada grup (prions, virions, virus, Arqueobacteris i Eubacteris, protoctists, fongs i animals microscòpics).
- Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant els coneixements biològics rellevants.

Competències: CCT, CSC, CCL, CD, CAA, AEE.

Continguts:

a) **Conceptual:** concepte de microorganisme i descripció de l'estructura i funcions vitals dels diferents grups de microorganismes.

b) **Procedimental:** recerca i contrast d'informació, síntesi i anàlisi d'informació, redacció de resums, elaboració de presentacions orals, elaboració de preguntes, defensa d'arguments i de idees, assoliment de conceptes mitjançant l'exposició i la defensa d'idees, planificació de la feina i utilització de ferramentes TIC.

c) **Actitudinal:** cooperació, respecte, autonomia, capacitat per a treballar en grup, responsabilitat.

Metodologia: ABP.

Materials: ordinador amb connexió a Internet, fulla de treball, fulla d'avaluació als companys i recursos webs (annex VI).

Lloc: aula d'informàtica i aula ordinària.

Temporalització: 5 sessions de 55 minuts.

Desenvolupament:

Sessió 1: presentació del problema i realització d'una pluja d'idees amb tota la classe per a veure els coneixements previs que presenten els alumnes sobre els microorganismes. En aquest *brainstorming* el docent guiarà als alumnes fins que hagin sorgit tots els grups de microorganismes sobre els que hauran de treballar. Una vegada clars els diferents grups de microorganismes que existeixen, cada un dels grups de treball s'encarregarà de la recerca d'informació sobre un dels grups de microorganismes. A més, es realitzarà la planificació de la feina utilitzant la fulla de treball inicial i es començarà amb la recerca d'informació.

Sessió 2: recerca de la informació que necessiten per a respondre al problema plantejat i es començarà amb la confecció del treball escrit (resum).

Sessió 3: Continuació en l'elaboració del treball i la presentació oral. Una vegada elaborat el resum de les característiques de cada grup de microorganismes, aquest es penjarà a l'aula virtual per a que tothom tingui accés a tota la informació.

Sessió 4 i 5: Exposició oral (5-10 minuts) dels treballs. Els grups oients de les presentacions hauran de preparar dos preguntes sobre la presentació que han escoltat per a garantir que han estat atents a les explicacions dels companys i per a detectar que els alumnes ponents han adquirit coneixement sobre el tema. Al finalitzar es realitzarà l'autoavaluació i l'avaluació als companys.

Criteris d'avaluació:

- Classificar els diferents tipus de microorganismes en funció de la seva organització cel·lular i descriure les característiques estructurals i funcionals de cada grup (prions, virions, virus, Archeobacteris i Eubacteris, protoctists, fongs i animals microscòpics).
- Capacitat de cooperació i col·laboració.
- Capacitat de recerca, contrast, anàlisi, síntesis d'informació i redacció dels resultats en paraules pròpies.
- Expressió oral clara i fluida amb un ús adequat del vocabulari científic.

Instruments d'avaluació:

Aquesta activitat té un pes específic en el bloc del 15%.

- Treball en grup (20%).
- Treball escrit (25%).
- Disseny de la presentació i exposició oral (35%): aquest punt també serà avaluat per la resta de companys, emprant la part corresponent de la rúbrica, i valdrà la meitat de la nota d'aquests apartats.
- Avaluació als companys (10%) i autoavaluació (10%).

L'avaluació es realitzarà utilitzant la següent rúbrica:

Taula 4. Rúbrica d'avaluació del material didàctic 5: un món microscòpic.

Criteris		Nivells		
		Fluix	Adequat	Excel·lent
Treball en equip (2)	Implicació (0.5)	No s'han implicat tots els membres per igual (0.15p)	Pràcticament s'impliquen tots els membres (0.25p)	Tots s'impliquen i tenen esperit d'equip (0.5p)
	Autonomia (0.5)	Necessiten contínuament al professor (0.15p)	Necessiten poca ajuda del professor (0.25p)	No han necessitat l'ajuda del professor (0.5p)
	Comunicació (0.5)	No ha hagut una comunicació fluida entre els membres (0.15p)	Comunicació suficient per l'elaboració del treball (0.25p)	Comunicació bona amb molt bon clima de treball (0.5p)
	Col·laboració (0.5)	No ha existit col·laboració entre el grup	Han col·laborat en quasi totes les activitats quasi tots els membres (0.25p)	Han col·laborat en totes les activitats tots els membres (0.5p)
Treball escrit (2.5)	Contingut (0.5)	Falta molta informació (0.15p)	Presenta quasi tota la informació (0.25p)	Presenta tota la informació (0.5p)
	Ús de fonts (0.5)	No s'utilitzen les fonts adequades (0.15p)	Ús de poques fonts adequades (0.25p)	Totes les fonts són adequades (0.5p)
	Organització (0.5)	No s'utilitza una estructura definida i no hi ha relació entre els continguts (0.15p)	Ús d'una estructura correcta però no hi ha relació entre els continguts (0.25p)	L'estructura és clara i ben definida i els continguts presenten una clara relació (0.5p)
	Expressió escrita (0.5)	Hi ha faltes d'ortografia hi ha signes de puntuació mal utilitzats o paràgrafs mal redactats, fet que dificulta la comprensió (0.15p)	No hi ha faltes d'ortografia i els signes de puntuació s'empren correctament però en ocasions la redacció no és clara (0.25p)	No hi ha faltes d'ortografia, els signes de puntuació s'utilitzen correctament i la redacció facilita la comprensió (0.5p)
	Redacció (0.5)	La redacció és una copia tal qual de les fonts d'informació (0.15p)	La redacció no sempre està elaborada amb les seves pròpies paraules (0.25p)	La redacció està elaborada per ells, amb les seves paraules (0.5p)

Disseny presentació (1.5)	Disseny (0.5)	El disseny no és clar ni atractiu (0.15p)	Al disseny li falta o atractiu o claredat (0.25p)	El disseny és clar i atractiu (0.5p)
	Organització (0.5)	No s'utilitza una estructura definida i no hi ha relació entre els continguts (0.15p)	Ús d'una estructura correcta però no hi ha relació entre els continguts (0.25p)	L'estructura és clara i ben definida i els continguts presenten una clara relació (0.5p)
	Imatges (0.5)	No hi han imatges (0.15p)	Hi han poques imatges i no presenten una clara relació amb el contingut (0.25p)	Hi han imatges clarament relacionades amb el contingut (0.5p)
Exposició oral (2)	Claredat (0.5)	Exposició poc clara i amb errors (0.15p)	Exposició clara amb pocs errors (0.25p)	Exposició molt clara i sense errors (0.5p)
	Intervenció dels membres (0.5)	Sols col·labora un membre del grup (0.15p)	Hi ha una col·laboració diferencial entre els membres (0.25p)	Col·laboren tots els membres per igual (0.5p)
	Vocabulari (0.5)	Ús d'un vocabulari científic limitat (0.15p)	Ús d'un vocabulari científic quasi sempre (0.25p)	Ús d'un vocabulari científic sempre (0.5p)
	Coneixement del contingut (0.5)	No és capaç de respondre a les qüestions que se'ls proposen (0.15p)	Respon a la majoria de les qüestions (0.25p)	Respon a totes les qüestions sense cap dificultat (0.5p)

Material didàctic per a l'alumnat:**Activitat 5: Un món microscòpic****Grup:****Membres del grup:****Data de finalització:**

Problema: El monsó es un vent estacional que es produeix degut al desplaçament del cinturó equatorial, especialment en l'Oceà Índic i el sud d'Àsia. En estiu el vent bufa de sud a nord carregat de pluja, en canvi a l'hivern són vents de l'interior que venen secs i freds. En països com Índia, els monsons poden causar pluges torrencials derivades en inundacions que afecten a milers de persones. L'aigua arrastra, a més de tot el que podem observar a simple vista (restes vegetals, restes construccions, cadàvers animals, etc.), milers d'organismes microscòpics que poden causar grans problemes de salut pública a les zones afectades.



<http://www.telesurtv.net/news/India-Imundaciones-dejan-mas-de-180-muertos--20150803-0028.html>

Tasques a realitzar:

1. Classificar els microorganismes que podem trobar en l'ambient en funció de la seva organització cel·lular.
2. Descripció de les característiques estructurals i fisiològiques (reproducció i metabolisme) dels grups.
3. Escriure exemples de microorganismes que pertanyen als diferents grups.
4. Quina relació tenen els microorganismes amb la salut pública?
5. Elaboració d'un resum i una presentació oral.

Què sabem?**Què no sabem i volem conèixer?****Quina informació necessitem?****Planificació feina****Guia de treball**

Grup a treballar	El que ha de contenir
Bacteris	Característiques biològiques Breu descripció de les Arqueobacteris Estructura i metabolisme Reproducció i formes de resistència Processos de transferència material genètic Creixement bacterià
Virus	Concepte i estructura Classificació segons el tipus de material genètic

	Multiplicació vírica: cicle lític i cicle lisogènic Descripció cicle del bacteriòfag T4 i del VIH (retrovirus)
Viroides i prions	Concepte viroide i prió Malalties
Fongs microscòpics	Característiques biològiques (fongs filamentosos i llevats) Reproducció Exemples
Protozous i algues microscòpiques	Característiques biològiques i exemples
Animals microscòpics	Característiques biològiques i exemples

3.6.6. Material didàctic 6: Podem controlar i manipular als microorganismes?

Objectius d'aprenentatge: identificar mètodes de cultiu, aïllament i esterilització de microorganismes i relacionar conceptes biològics amb aspectes de la vida quotidiana.

Competències: CCT, CSC, CCL, CD, CAA, AEE.

Continguts

a) Conceptual: concepte d'esterilització, esterilització per agents físics (temperatura, radiacions, filtració), esterilització per agents químics (desinfectants), cultiu microorganismes, medis de cultiu, aïllament de microorganismes.

b) Procedimental: recerca i contrast d'informació, síntesi i anàlisi d'informació, elaboració de mapes conceptuals, planificació de la feina i utilització de ferramentes TIC.

c) Actitudinal: cooperació, respecte, autonomia, capacitat per a treballar en grup, responsabilitat.

Metodologia: ABP.

Materials: ordinador amb connexió a Internet, fulla de treball, fulla de coavaluació.

Lloc: aula d'informàtica.

Temporalització: 2 sessions de 55 minuts.

Desenvolupament:

Sessió 1: Presentació del problema, planificació, recerca i anàlisi de la informació.

Sessió 2: Finalització de la recerca d'informació i elaboració del mapa conceptual utilitzant l'aplicació CMAPTOOLS (<http://cmap.ihmc.us/>). El producte final es penjarà a l'apartat corresponent de l'aula virtual. Es realitzarà la coavaluació als companys de grup de treball.

Criteris d'avaluació

- Realització d'un mapa conceptual complet on es estigui recollida tota la informació sobre mètodes de cultiu i esterilització de microorganismes.
- Capacitat de cooperació i col·laboració.
- Capacitat de recerca, contrast, anàlisi, síntesi d'informació i estructuració de la informació en un mapa conceptual.

Instruments d'avaluació

- El mapa conceptual (3%).
- Avaluació als companys (1%).
- Autoavaluació (1%).

Material didàctic per a l'alumne

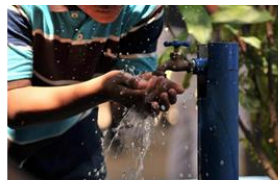
Activitat 6: Podem controlar i manipular els microorganismes?

Grup:

Membres del grup:

Data de finalització:

Problema: L'aigua potable és aquella que reuneix les característiques fisicoquímiques i microbiològiques que la fan apta per al consum humà o animal sense el risc de contraure malalties tan de forma immediata com a llarg termini. En les plantes potabilitzadores, l'aigua dolça que prové, per exemple d'un embassament, rep diferents tractaments fins que compleix uns certs paràmetres sanitaris i és declarada apta per al consum.



<http://www.vanguardia.com.mx/articulo/revelan-el-ano-en-que-se-acabara-el-agua-potable>

Tasques a realitzar:

1. Diferents mètodes d'esterilització de microorganismes.
2. Com comprovaríeu que l'aigua de la planta potabilitzadora està lliure de microorganismes patògens?
3. Elaboració d'un mapa conceptual sobre els mètodes d'esterilització i els medis de cultiu.

Què sabem?

Què no sabem i volem conèixer?

Quina informació necessitem?

Planificació feina

3.6.7. Material didàctic 7: Estem davant d'una nova epidèmia?

Objectius d'aprenentatge:

- Relacionar els principals microorganismes patògens amb les malalties que originen.
- Argumentar la importància de la resistència antibiòtica i l'impacte sanitari i social que comporta.
- Dissenyar i realitzar investigacions científiques seguint el mètode científic: plantejament precís del problema, formulació d'hipòtesis contrastables, disseny i realització d'experiències i anàlisi i comunicació de resultats.
- Realitzar investigacions científiques al laboratori per adquirir habilitats de treball en aquest espai.

Competències: CCT, CSC, CAA, AEE, CCL.

Contingut:

a) Conceptual: microorganismes patògens i oportunistes, malaltia infecciosa, epidèmia, endèmia, pandèmia, brot epidèmic, zoonosis. Principals vies de transmissió de les malalties infeccioses. Exemples de les malalties infeccioses humanes més freqüents causades per bacteris, virus, fongs, protozoos i prions.

b) Procedimental: aplicació dels conceptes teòrics a situacions de la vida quotidiana, sembra de mostres per a cultiu microbiològic, tinció de microorganismes i observació al microscopi, identificació microbiològica per mètodes bioquímics tradicionals, reflexió sobre la resistència antibiòtica i l'ús dels antibiòtics, elaboració d'hipòtesis de treball, interpretació de resultats i extracció de conclusions a partir dels resultats obtinguts d'una experimentació al laboratori, redacció texts científics, presentació de les conclusions a la comunitat científica i defensa dels resultats mitjançant debats científics, recollida sistemàtica de dades durant la fase experimental i utilització de ferramentes TIC.

c) Actitudinal: esforç i implicació individual i grupal, compliment de les normes de laboratori, responsabilitat.

Metodologia: pràctiques de laboratori i ABP.

Materials: quadern de laboratori i material de laboratori (detallat en el material didàctic per a l'alumne).

Lloc: laboratori de Ciències Naturals, aula d'informàtica i aula ordinària.

Temporalització: 8 sessions de 55 minuts.

Desenvolupament:

Sessió 1: Presentació del problema i explicació de l'abordatge d'aquest a través d'una recerca al laboratori, on es treballarà amb els grups base formats per 4 alumnes. A continuació, realització de tres activitats introductòries sobre la terminologia científica emprada en microbiologia clínica. Aquesta sessió es desenvoluparà a l'aula d'informàtica.

Les activitats a treballar són:

- Visualització d'un vídeo curt amb l'aplicació EDpuzzle (annex VII). Mitjançant aquesta aplicació, el professor prepara un vídeo que a mesura que els alumnes van visualitzant van apareixent unes qüestions que han d'anar contestant per a que la visualització del vídeo pugui continuar avançant. El professor pot veure quins alumnes estan fent l'activitat, amb quin temps de realització i a quines preguntes han tingut més dificultats. Activitat de realització individual.

- Lectura individual d'un document sobre termes epidemiològics (annex VII). Posterior posada en comú en el grup de treball.

- Ompliment d'una taula sobre els principals microorganismes patògens i les malalties que causen. Aquesta activitat la realitzaran en el grup de treball i l'hauran de penjar a l'aula virtual.

Sessió 2-sessió 6: realització del treball de recerca científica al laboratori on els alumnes hauran de determinar quin patògen està causant la infecció als pacients del cas, quin tractament antibiòtic és el més adient i si es pot parlar d'epidèmia o no. L'explicació detallada del desenvolupament de les diferents sessions que conformen

la fase experimental es troben detallades al material de l'alumne. En el temps lliure que deixi l'experimentació elaboració d'un informe científic sobre el cas clínic. En l'annex VIII es troba detallat tota la informació que el professor necessita conèixer respecte al disseny de les mostres i els microorganismes emprats.

Sessió 7: Elaboració d'un informe científic sobre el cas clínic.

Sessió 8: presentació oral dels casos clínics en una simulació de congrés científic i generació d'un debat científic per a resoldre les qüestions que se'ls plantejaven en el problema inicial. Si és possible, es convidarà a un doctor especialista de la universitat que valorarà el treball i les comunicacions dels alumnes així com els explicarà la seva experiència sobre treballar en Ciència.

Criteris d'avaluació:

- El comportament dels alumnes es l'adequat i apliquen les normes de treball al laboratori.
- Saber elaborar hipòtesis de treball i extraure conclusions a partir dels resultats obtinguts de l'experimentació científica així com la recollida de dades i observacions al quadern de laboratori durant tota la fase experimental.
- Argumentar la importància de la resistència antibiòtica i el seu impacte sanitari i social.
- Elaboració d'un text científic on s'explica un cas clínic.
- Exposició oral clara i fluida amb un ús adequat del vocabulari científic.
- Capacitat de cooperació i col·laboració.
- Implicació individual en el desenvolupament de la tasca.

Instruments d'avaluació:

Aquesta activitat té un pes específic del 30% dins del bloc temàtic.

- Activitats introductòries: vídeo (3%), lectura text i esquema (3%) i la taula (4%).
- L'avaluació de les pràctiques de laboratori es realitzarà utilitzant la següent rúbrica on és te en consideració l'actitud al laboratori, el quadern de laboratori i la redacció de l'informe científic. L'actitud al laboratori, l'entrega del quadern de pràctiques i la realització del quadern de laboratori s'avaluarà individualment. L'informe científic i l'exposició es realitzarà de manera grupal. Aquesta avaluació tindrà un pes del 80%.
- Autoavaluació (5%) i avaluació als companys (5%).

Taula 5. Rúbrica d'avaluació de l'actitud al laboratori (3 punts).

criteris	Fluix	Acceptable	Notable	Excel·lent
Comportament individual (1)	L'alumne no respecta a algun dels seus companys. No tracta el material de laboratori de forma adequada i no neteja el laboratori després de cada sessió (0.12p)	L'estudiant es mostra dispers i descentrat durant la realització de l'experiment però el tracte amb els companys és correcte. Deuria tractar el material de laboratori més curosament i netejar el laboratori al finalitzar la sessió (0.25p)	L'alumne respecta la realització de les pràctiques i tracta i empra el material correctament, netejant el laboratori quan s'acaba la sessió. En alguna ocasió es mostra distret (0.5p)	L'alumne es mostra entusiasmada amb la pràctica i centrat en la realització de la mateixa. Mostra respecte a tots els companys i tracta i utilitza el material de laboratori adequadament, mantenint el lloc de treball sempre net i ordenat (1p)
Comportament grupal (1)	No ha existit treball en grup ni col·laboració entre els membres. Els alumnes realitzen el treball de manera individual sense implicar a la resta del grup (0.12p)	La implicació dels membres en el treball d'equip ha estat desigual i no tots els membres han participat i col·laborat en l'exposició d'idees de treball. Hi ha alumnes que no generen idees positives per al grup i no realitzen algunes parts de la feina (0.25p)	En la majoria del desenvolupament de la pràctica els membres del grup han presentat una implicació i col·laboració amb el treball a desenvolupar. Tot i això hi ha algun membre del grup que simplement es centra en realitzar la pràctica seguint el guió sense aportar idees de treball (0.5p)	Tots els membres del grup han participat activament en la realització del treball i la col·laboració entre ells s'ha produït durant tot el desenvolupament de l'activitat. Tots els membres han aportat idees de treball (1p)
Participació i interès (1)	L'alumne no participa en la realització de la pràctica i deixa que tot el treball el realitzen els companys de grup. No mostra ningun interès per l'experiència (0.12p)	L'alumne presenta interès i participa en el treball experimental però no té iniciativa i simplement fa el que els companys li diuen, per tant, el seu paper en el grup no és rellevant (0.25p)	L'alumne mostra molt d'interès en la pràctica i la participació en el grup de treball és notable ja que aporta idees útils per al desenvolupament de la pràctica tot i que hi ha cops que vol imposar les seves idees a les de la resta de companys i no escolta les opinions de tots els membres del grup (0.5p)	L'alumne mostra molt d'interès i participa activament en el treball, aportant idees que permeten i faciliten l'aprenentatge dels companys. Presenta molta iniciativa però en cap moment imposa les seves propostes a la resta de companys i sempre escolta les opinions de tots els membres del grup (1p)

Taula 6. Rúbrica d'avaluació del quadern de laboratori i de l'informe científic (4 punts).

criteris	Fluix	Acceptable	Notable	Excel·lent
Entrega (0.5)	No s'entrega el quadern de pràctiques ni el text científic el dia acordat (0.06p)	L'entrega dels dos documents es realitza després del dia acordat (0.12p)	L'entrega d'un dels dos documents és realitza el dia acordat i l'altre document s'entrega amb retard (0.25p)	L'entrega dels dos documents es realitza el dia acordat (0.5p)
Contingut quadern pràctiques (1)	El quadern de pràctiques no esta complet. La majoria de les dades experimentals i els procediments seguits al laboratori no estan recollits en el quadern (0.12p)	La gran part de les dades experimentals es troben recollides en el quadern però no sempre els procediments es veuen reflectits. A més, la presentació no és clara ni ordenada (0.25p)	Totes les dades experimentals apareixen en el quadern però en ocasions la presentació no és clara, fet que dificulta la comprensió (0.5p)	En el quadern es reflectís tots els procediments i dades recollides durant la fase experimental, d'una manera clara i ordenada (1p)
Informe científic: estructura (0.5)	Hi ha una falta d'alguns dels punts requerits en l'informe o es troben desordenats i sense cohesió entre ells, fet que dificulta la comprensió del cas clínic treballat (0.06p)	S'observen totes les parts requerides però l'expressió no sempre és clara ni ordenada (0.12p)	L'informe consta de totes les parts requerides expressades de forma clara i han millorat en un o dos punts el guió de treball (0.25p)	L'informe consta de totes les parts requerides expressades d'una forma clara, ordenada, concisa i coherent i han millorat en més de dos apartats del guió de treball (0.5p)
Anàlisi de dades (1)	Les dades o no són analitzades o no s'analitzen de manera coherent (0.06p)	Les dades s'analitzen precàriament tot i que d'una manera comprensible (0.25p)	Els resultats s'analitzen de manera correcta. De totes maneres no es realitzen comparacions a fons entre totes les dades obtingudes (0.5p)	L'anàlisi de les dades és exhaustiu establint comparacions entre totes les dades obtingudes (1p)
Conclusions extretes (0.5)	No existeix l'apartat conclusions o aquestes no estan relacionades amb els resultats obtinguts (0.06p)	Se presenten unes conclusions extenses que no mostren clarament les idees aconseguides pels alumnes (0.12p)	Les conclusions són clares i coherents amb els resultats (0.25p)	Les conclusions són breus i concises i presenten una clara relació i coherència amb els resultats obtinguts (0.5p)
Expressió escrita (0.5)	Hi ha faltes d'ortografia, hi ha signes de puntuació mal utilitzats o paràgrafs mal redactats, fet que dificulta la comprensió (0.06p)	Presenta algunes faltes d'ortografia o signes de puntuació mal utilitzats que, en ocasions, dificulten la lectura i comprensió del text (0.12p)	No hi ha faltes d'ortografia i els signes de puntuació s'empren correctament però en ocasions la redacció no és clara (0.25p)	No hi ha faltes d'ortografia, els signes de puntuació s'utilitzen correctament i la redacció facilita la comprensió (0.5p)

Taula 7. Rúbrica d'avaluació de l'exposició oral dels resultats (2 punt).

Críteris	Fluix	Acceptable	Notable	Excel·lent
Claredat de l'exposició (0.4)	L'exposició no es realitza d'una manera clara ni ordenada i està plena d'errors (0.05p)	Exposició clara però poc ordenada i amb errors. S'ajusta al temps d'exposició (0.1p)	L'exposició és clara i ordenada i amb algun error però no es ajustada al temps d'exposició (es passa del temps límit) (0.2p)	L'exposició és clara, ordenada, sense errors i ajustada al temps d'exposició (0.4p)
Intervenció de tots els membres del grup (0.4)	Tota la presentació i defensa del treball recau en un únic membre del grup (0.05p)	Hi ha una col·laboració diferencial entre els membres del grup i la major part de la presentació i de la defensa de les qüestions recau en un o dos membres (0.1p)	Tots els membres del grup col·laboren per igual en la presentació del treball però la defensa recau sobre un o dos membres del grup (0.2p)	Tots els membres del grup col·laboren per igual en la presentació i en la defensa de l'informe (0.4p)
Vocabulari (0.4)	El registre emprat en la presentació i en la defensa no és l'estàndard i el vocabulari científic emprat és molt deficient o no és correcte (0.05p)	El registre emprat en la presentació i la defensa és quasi sempre estàndard però el vocabulari emprat és limitat i no sempre és correcte (0.1p)	En tota la presentació i defensa s'empra un registre estàndard però no tots els membres utilitzen de manera adequada un vocabulari científic ampli i ric (0.2p)	En tota la presentació i defensa s'empra un registre estàndard i un vocabulari científic ampli, ric i adequat al tema que s'està tractant (0.4p)
Coneixement del contingut (0.4)	Els membres del grup no són capaços d'argumentar les seves conclusions ni de defensar-les davant de les preguntes dels companys (0.05p)	No tots els membres del grup responen a les preguntes plantejades de manera coherent i argumentada i la defensa de les conclusions no és convincent (0.1p)	Tots els membres del grup responen d'una manera coherent i argumentada a totes les preguntes que se'ls plantegen però la defensa de les seves conclusions no és convincent (0.2p)	Tots els membres del grup responen d'una manera coherent i argumentada a totes les preguntes que se'ls plantegen i defensen les seves conclusions d'una manera convincent (0.4p)
Dinamització del debat (0.4)	No realitzen preguntes i les intervencions en el debat són escasses (0.05p)	Realitzen preguntes però que no són crucials per a millorar el debat. Hi ha intervencions però no sempre s'aporta nova informació sinó que sol ser una repetició d'algun comentari realitzat amb anterioritat (0.1p)	Realitzen bones preguntes que milloren el debat però no totes les intervencions aporten nova informació rellevant que dinamitzen el debat (0.2p)	Les preguntes que realitzen són coherents i generen una millora del debat. En totes les intervencions aporten informació rellevant (0.4p)

Material didàctic per a l'alumne

Activitat 7: Estem davant d'una nova epidèmia?

Grup:

Membres del grup:

Data de finalització:

Durant les 8 sessions que conformen aquesta activitat ens hem d'imaginar que som microbiòlegs que treballem en diferents hospitals de l'Estat i que som els encarregats d'identificar els agents infecciosos que causen les malalties infeccioses que sofreixen els pacients que ingressen al nostre hospital i determinar els tractaments més adients per aquests pacients.

A més, a part del treball de rutina clínica, els microbiòlegs també realitzen recerca on estudien en profunditat els microorganismes que troben en els hospitals, els seus factors de virulència i la resistència als tractaments. Per això, a més de resoldre el cas clínic també haureu de redactar un informe científic on resumireu els resultats trobats i extraureu les conclusions pertinents. Però com sabeu, la recerca científica s'ha de divulgar, per això simularem un congrés científic on haureu de presentar els resultats de la vostra recerca i debatre amb la resta de la comunitat científica aquests resultats i conclusions.



http://curiosidadesdelamicrobiologia.blogspot.com.es/2015_02_01_archive.html

Tasques a realitzar:

1. Comprendre els conceptes de microorganismes patògens i oportunistes, malaltia infecciosa, epidèmia, endèmia, pandèmia, brot epidèmic, zoonosis, vies de transmissió de les malalties infeccioses.
2. Conèixer les malalties infeccioses humanes més freqüents causades per bacteris, virus, fongs, protozous i prions.
3. Determinar quin és l'agent o agents causals que causa la malaltia dels pacients del cas i el tractament més adient per a aquests pacients.
4. Especificar si amb els resultats del cas es pot parlar d'epidèmia o de brot epidèmic.
5. Elaboració d'un informe científic amb l'explicació de tot el procés experimental realitzat al laboratori així com els resultats obtinguts i les conclusions extretes.
6. Presentació de l'informe a la comunitat científica i defensa i debat dels resultats.

Quadern de laboratori

Sessió 1: Ens informem abans de començar amb el cas clínic

Abans de començar amb l'abordatge del cas clínic que se'ns ha presentat, hem de conèixer els conceptes i terminologia bàsica que s'empra en l'àmbit de la microbiologia clínica, per a poder realitzar un desenvolupament correcte i concís del cas clínic que s'ha de resoldre.

Tasca 1: De què estem parlant quan parlem de microbiologia i salut?

En aquesta tasca, de manera individual, has de visualitzar aquest vídeo i contestar a les preguntes que t'aniran apareixent al llarg de la projecció. A l'acabar anota tot allò que consideres rellevant i que pot ser útil en les posteriors tasques.

Entra en el següent enllaç per accedir al vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=X_IJYyjbhAI

Tasca 2: Què és això de l'epidemiologia?

Per a contestar a la pregunta i resoldre tots els teus dubtes has de llegir el següent document i fer un petit esquema amb els conceptes clau.

Aquí trobaràs allò que has de conèixer sobre l'epidemiologia clínica: <http://www.msal.gob.ar/salud-y-desastres/index.php/informacion-para-ciudadanos/cuidados-de-la-salud/epidemias-brotos-y-pandemias>

Tasca 3: Microorganismes i malalties

De manera grupal, haureu de fer una recerca sobre les malalties infeccioses humanes més freqüents i els patògens que les causen i presentar els resultats en una taula on han d'aparèixer els microorganismes causants, la malaltia i la via de transmissió. Pengeu la taula a l'aula virtual.

Tipus d'agents infecciosos, malalties humanes i via de transmissió					
Tipus d'agent	Aire	Pell i ferides	Fluids	Aigua i aliments	Picadures i mossegades
Prions					
Virus					
Bacteris					
Protozous					
Fongs					

Sessió 2: Anàlisi del problema

Problema:

Des de fa una setmana, a partir del dia 15 de juliol, cinc hospitals de l'Estat (Hospital General Universitari de Castelló, Hospital Provincial de Castelló, Hospital la Fe de València, Hospital Clínic de Barcelona i Hospital Gregorio Marañón de Madrid) han rebut per a ser atesos a les seves instal·lacions pacients que presenten una simptomatologia pareguda. Tots els pacients presenten febre alta, debilitat, malestar general i vòmits o diarrea i han de ser ingressats. A més, l'anàlisi de sang revela que tots els pacients presenten més o menys els mateixos resultats de la sèrie blanca:

Hematologia	
Leucòcits	12.000 per mm ³
Basòfils	0.8%
Eosinòfils	1'7%
Neutròfils	78%
Limfòcits	19.5%
Monòcits	4%

També, en les preguntes epidemiològiques que realitza el metge tots els pacients han estat presents en un festival de música molt popular que es realitza en la localitat de Benicàssim al juliol.

Objectius

- Esbrineu si els pacients sofreixen alguna malaltia infecciosa i, si és així, quin és l'agent o agents causals que causa la malaltia i el tractament més adient per a aquests pacients.
- Determineu si s'ha de considerar epidèmia, brot epidèmic o casos puntuals que no presenten cap tipus de relació epidemiològica.

Com ho hem de fer?

En un treball de recerca sempre es comença per un anàlisi detallat. Realitzeu un anàlisi detallat de totes les dades que us planteja el problema. Ajudeu-vos d'aquesta taula per a interpretar l'hemograma.

1. Dades rellevants

SERIE BLANCA	VALORES	RECuento ELEVADO	RECuento DISMINUÍDO
LEUCOCITOS	4.000, 5.000 – 10.000 por mm ³	- Inflamación - Infección * Estado inflamatorio provocado por los microtraumatismos del entrenamiento.	-Defensas bajas * Planificación muy exigente. Sobentrenamiento.
Segmentados	45 – 75 %	- Anemia perniciosa - Falta de ácido fólico	- Infección bacteriana - Quemaduras
Neutrófilos	55 – 70 %	- Infección bacteriana - Quemaduras - Estrés -*Esfuerzo submáximo prolongado.	- Déficit vitamina B12
Linfocitos	16 – 45 %	- Infecciones víricas - Enfermedades inmunológicas.	- Debilitamiento por enfermedad prolongada -*Nivel alto de esteroides. * Esfuerzo submáximo prolongado.
Monocitos	3 – 12 %	- Infecciones víricas - Enfermedades crónicas. - Algún tipo de tuberculosis y leucemia.	No se suele encontrar
Eosinófilos	1– 4 %	- Reacciones alérgicas - Infección parasitaria	- Estrés * Entrenamiento excesivo, muy exigente
Basófilos	0.5 – 2 %	- Reacciones alérgicas	- Embarazo - Ovulación - Estrés

<http://www.efdeportes.com/efd117/los-analisis-de-sangre-en-triatletas.htm>

Una vegada anotades les dades rellevants de l'anàlisi heu d'elaborar una hipòtesi de treball. Us ajudarà fer-vos preguntes tals com: podem estar davant d'una infecció? Per què? Si és així, es causada per un virus, un bacteri o un paràsit? Per què?

2. Hipòtesis de treball

Material (per grup de treball)

Mostres per pacient)	Medis de cultiu	Material	Reactius
1 de sang 1 d'orina	3 plaques agar sang 1 plaques agar McConkey 3 plaques Mueller-Hinton 7 tubs TSI 7 tubs d'indol 7 tubs citrat 1 placa DNAsa	Nansa sembra Encenedor Bunsen Portaobjectes Microscopi òptic Estufa incubadora Guants Gradetes Pipeta Pasteur	Cristall violeta Lugol Alcohol-cetona Safranina H ₂ O ₂ Oxidasa Discs antibiòtic Sèrum fisiològic Reactiu Kovac's

Una vegada decidida la hipòtesi hem de començar en el disseny del treball experimental. Per tant, què és el primer que hem de fer per a identificar un microorganisme? Els podem observar directament de la mostra? Com?

Observació de bacteris al microscopi òptic: Tinció de Gram

La tinció de Gram és un tipus de tinció diferencial emprada en microbiologia per a la visualització de bacteris en preparacions microscòpiques. S'utilitza indistintament tant per a referir-se a la morfologia cel·lular bacteriana com també per al primer pas en la diferenciació bacteriana, considerant bacteri Gram-positiu aquells que es visualitzen de color violeta i bacteri Gram-negatiu als que es visualitzen de color rosa. Aquesta diferenciació es deu a la diferent estructura i composició del paret cel·lular bacteriana. Així, els bacteris Gram positius presenten una gruixuda capa de paret mentre que els Gram negatius presenten una paret prima envoltada per una segona membrana plasmàtica.

Protocol:

1. Agafar una gota de la mostra i ficar-la en un portaobjectes.
2. Fixar la mostra amb calor lleu, passant el porta per damunt de la flama de l'encenedor. El porta en cap cas ha de tocar la flama.
3. Un cop fixada la mostra, afegir cristall violeta i esperar 1 minut. El cristall violeta penetra en totes les cèl·lules.
4. Rentar amb aigua.
5. Afegir lugol i esperar 1 minut. El lugol ajuda a que el cristall violeta s'uneixi a la paret cel·lular.
6. Rentar amb aigua.
7. Afegir alcohol-acetona i esperar 10-15 segons. L'alcohol-acetona decolora el complex cristall violeta-lugol. Com la paret de les Gram positives és més gruixuda i ha absorbit més colorant no es decolora, al contrari que les Gram negatives.
8. Rentar amb molta aigua.
9. Afegir safranina i esperar 1 minut. Colorant de contrast per a poder observar els bacteris Gram negatius de color.
10. Rentar amb aigua i deixar assecar la preparació abans d'observar al microscopi.

Al final, els bacteris Gram positius s'observen al microscopi de color morat i els Gram negatius de color rosa.

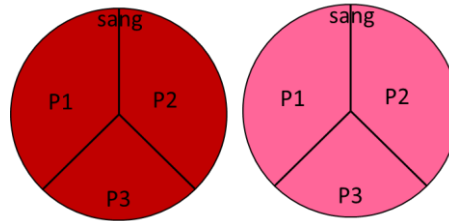
Recordeu d'anotar els resultats del que observeu en les diferents mostres a la fulla de registre d'observacions i resultats (annex IX).

3. Sembrada de les mostres en els diferents medis de cultiu

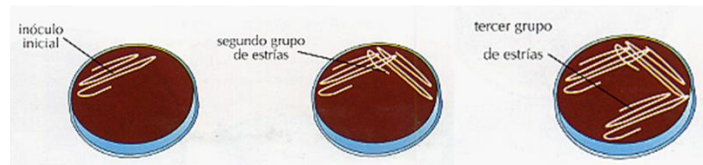
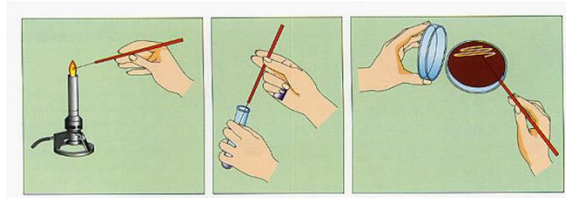
Per tal de poder realitzar la identificació necessitem aïllar i cultivar els bacteris que poden haver en les diferents mostres dels pacients. Per açò, necessitem diferents medis de cultiu que ens permetin el creixement bacterià (recordeu el treballat en l'activitat 5).

En aquest cas sembrarem cada mostra en dos medis diferents:

- Agar sang (AS): un medi de cultiu ric on creixen tots els bacteris.
 - Agar McConkey (MCK): medi selectiu on només creixen els Gram negatius i diferencial entre bacteris fermentadors i no fermentadors de lactosa.
1. Sembrareu les mostres de sang dels pacients en una placa d'AS i una d'agar MCK i les d'orina en unes altres dos plaques.
 2. Retoleu les plaques amb el retolador permanent igual que teniu a la imatge, tant per a les mostres de sang com per a les mostres d'orina.



3. Agafeu la nansa i esterilitzeu-la a la flama.
4. Introduïu la nansa estèril en una de les mostres.
5. Sembreu en la placa de cultiu seguin el mètode de sembra de la triple estria.



<http://metodosdsiembras.blogspot.com.es/>

6. Ficar les plaques a incubar a l'estufa de 37°C durant 18-24 hores.

Sessió 3: Diagnòstic bacteriològic

Seguim amb el diagnòstic bacteriològic de les mostres processades el dia anterior. Recordeu d'anotar sempre allò que observeu en la fulla d'observacions!

4. Lectura de les plaques

Es realitza la interpretació del creixement dels cultius bacteriològics processats el dia anterior. Observació de les colònies i descripció morfològica en els diferents medis de cultiu.

Observeu si en els dos medis han crescut el mateix nombre de colònies.

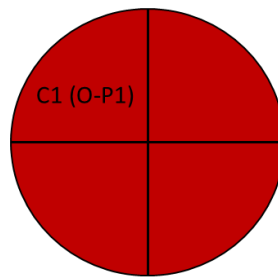
5. Observació al microscopi de les diferents colònies crescudes en els diferents medis de cultiu

Realitzeu un altre cop la tinció de Gram en les colònies que han crescut a les plaques i compareu si són iguals o diferents a les que observareu ahir directament de la mostra.

6. Reaïllar una colònia de les diferents mostres.

Per a poder continuar treballant en la identificació bacteriana i assegurar-vos que teniu un cultiu pur, on només hi ha un tipus de bacteri, heu de fer un aïllament de les diferents colònies que trobeu en les plaques. Els reaïllaments es solen fer de les plaques on poden créixer més quantitat de microorganismes.

1. Amb la nansa esterilitzada, agafeu una colònia de les que han crescut a la placa d'AS.
2. Sembreu en un quart d'una placa d'AS la colònia seleccionada només fent una estria. Assegureu-vos de picar només una colònia. Podeu utilitzar com a exemple la figura següent:



3. Realitzeu el mateix en totes les colònies diferents que observeu en les mostres.
4. Incubar les plaques a 37°C durant 18-24 hores.

Sessió 4: Mètodes d'identificació bacteriana: proves bioquímiques

Seguim amb el procés d'identificació dels bacteris trobats en les diferents mostres. En aquesta sessió realitzarem algunes proves bioquímiques que ens determinaran la identitat dels bacteris amb els que treballem.

Recordeu d'anotar sempre allò que observeu en la fulla d'observacions!

Reviseu les plaques sembrades ahir i determineu que els cultius que teniu són purs.

Cada espècie bacteriana presenta unes característiques metabòliques determinades, per la qual cosa la detecció de diferents productes derivats d'aquest metabolisme ens permet identificar les diferents espècies bacterianes.

Pla de treball:

1. Fer la prova de la catalasa a les colònies Gram positives.
 - a. Si és catalasa positiva, sembrar en la placa de DNAsa.
 - b. Si és catalasa negativa: sembrar en una placa d'agar sang per a fer la prova de la sensibilitat a la optoquina.
2. A les colònies Gram negatives se'ls ha de realitzar la prova de la oxidasa, la sembra en el TSI, l'indol i el citrat.

A continuació s'indiquen les diferents proves bioquímiques bàsiques que s'empren per a la identificació dels bacteris:

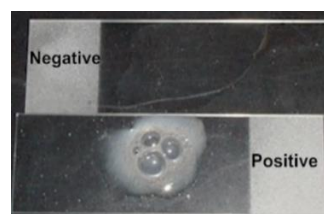
Gram positius

1. Prova de la **catalasa**

Objectiu: separar el gènere *Staphylococcus* (catalasa +) de gènere *Streptococcus* (catalasa -).

Fonament: l'enzim catalasa catalitza el peròxid d'hidrogen (H_2O_2) en aigua i oxigen.

Procediment: Se col·loca una gota d' H_2O_2 al 3% sobre un portaobjectes i amb la nansa de sembra esterilitzada s'agafa una porció d'una colònia i es mescla amb la gota d'aigua oxigenada. Si es desprenen bombolles es considera positiva.



<https://microbitos.wordpress.com/2011/09/27/pruebas-bioquimicas-primarias/>

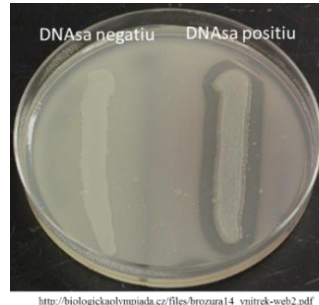
2. ***Staphylococcus***: identificació espècies més rellevants

- Prova de la **DNAsa**

Objectiu: diferenciar *S. aureus* de *S. epidermidis*, ja que *S. aureus* és la única espècie del gènere que posseeix la DNAsa.

Fonament: es basa en la presència de l'enzim DNAsa que pot degradar la molècula de DNA.

Procediment: s'empra un medi sòlid que conté DNA. S'agafa una colònia d'estafilococ i es sembra en la placa. S'incuba durant 18-24 hores a 37°C. Revelar amb àcid clorhídric (HCl) al 1%, que precipita el DNA. Al voltant d'aquells bacteris que pugin degradar el DNA apareixerà un halo o zona clara.



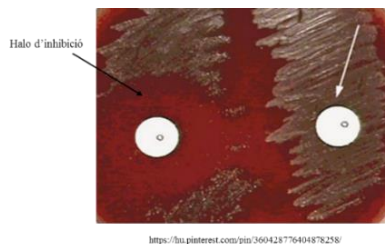
3. *Streptococcus*: identificació espècies més rellevants

- Prova de la **sensibilitat a optoquina**

Objectiu: diferenciar *S. pneumoniae* de *Streptococcus* del grup Viridans.

Fonament: es basa en la sensibilitat de *S. pneumoniae* a la optoquina a una concentració menor o igual a 5µg/ml.

Procediment: sembrar en una placa d'agar sang amb una suspensió del bacteri al 0.5 Mc Farland. Col·locar un disc d'optoquina en el centre de l'àrea sembrada. Incubar 18-24 hores a 37°C. Si al voltant del disc apareix un halo d'inhibició superior a 15mm es considera sensible a l'optoquina.



Gram negatius

1. Prova de l'oxidasa

Objectiu: separar la família *Enterobacteriaceae* (oxidasa -) dels no enterobacteris (oxidasa +).

Fonament: es basa en la possessió de citocrom c oxidasa, que transfereix electrons del citocrom c a l'acceptor final de la cadena respiratòria, l'oxigen.

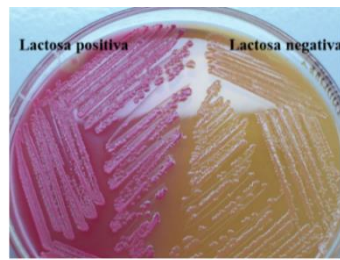
Procediment: es banya el disc de l'oxidasa amb una gota d'aigua desionitzada i amb la nansa esterilitzada es transfereix una colònia bacteriana damunt del disc. Si al cap de tres minuts l'àrea d'inoculació ha canviat a color blau-morat la prova és positiva.

2. Fermentació de la lactosa

Objectiu: diferenciar les espècies bacterianes que poden utilitzar la lactosa com a font de carboni d'aquelles que no la poden fermentar.

Fonament: la fermentació de la lactosa del medi produeix àcid, el qual disminuirà el pH de l'agar i les colònies generades apareixeran de color roig/rosa. En canvi, si els bacteris no utilitzen la lactosa empenen la peptona del medi com a font d'energia. Llavors es generarà amoni, el qual augmentarà el pH i és durà a terme la formació de colònies blanques.

Procediment: es sembra el bacteri en la placa d'agar McConkey on s'observen colònies de color rosa si s'ha utilitzat la lactosa com a font d'energia.



https://es.wikipedia.org/wiki/Agar_MacConkey#/media/File:MacConkey_agar_with_LF_and_LF_colonies.jpg

3. Fermentació del triple sucre

Objectiu: diferenciar les espècies d'enterobacteris segons si fermenten o no la glucosa, fermenten o no la lactosa o sacarosa, produeixen àcid sulfhídric i produeixen gas.

Fonament: la fermentació dels sucres del medi produeix àcid, el qual disminuirà el pH de l'agar i produirà un canvi de coloració del medi. La producció d'àcid sulfhídric produeix la reducció de les sals de ferro del medi i aquest s'ennegreix. La producció de gas s'observa per un trencament i desplaçament del medi.

Procediment: es sembra el bacteri en un tub amb el medi TSI i s'incuba 18-24 hores a 37°C.

Interpretació:

- Si el bacteri fermenta la glucosa acidificarà el medi i aquest virarà a color groc. Si no es fermentadora de glucosa el medi seguirà de color roig.
- Si el bacteri fermenta lactosa o sacarosa, acidificarà el medi de la superfície i aquest es tornarà de color groc mentre que el del fons seguirà de color roig. Si no fermenta aquests dos sucres el tub romandrà roig.
- La producció d'àcid sulfhídric es visualitza per un ennegriment del medi.
- La producció de gas es produeix per trencament de l'agar.



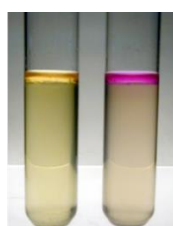
<http://microbeonline.com/triple-sugar-iron-agar-tsi-principle-procedure-and-interpretation/>

4. Prova de l'indol

Objectiu: diferenciar les espècies bacterianes que poden trencar l'indol de l'aminoàcid triptòfan.

Fonament: l'indol és un compost que es genera de la desaminació del triptòfan.

Procediment: es sembra el bacteri en un tub amb el medi brou triptòfan i s'incuba 18-24 hores a 37°C. La lectura de la prova es realitza afegint reactiu de Kovac's amb el que l'indol reacciona generant un color rosa intens.



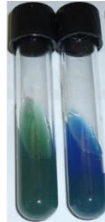
<http://microbiologiabiologia.blogspot.com.es/2012/06/probe-de-indol-fundamento-evalua-la.html>

5. Prova del citrat

Objectiu: diferenciar les espècies bacterianes que són capaces de créixer només amb citrat com a única font de carboni i sals amoníacques com a única font de nitrogen.

Fonament: sols els bacteris que són capaços de metabolitzar el citrat podran créixer en aquest medi i alliberaran ions de nitrat al medi, basificant-lo.

Procediment: es sembla el bacteri en un tub amb el medi citrat inclinat i s'incuba 18-24 hores a 37°C. La basificació del medi degut a l'ús del citrat produirà un canvi de color del medi de verd a blau.



http://aprendeeenlinea.udesa.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/186037/mod_glossary/content/1/Bacteriologia/Pruebas_de_laboratorio/Prueba_de_citrato.html

Sessió 5: Mètodes d'identificació bacteriana: proves bioquímiques i biologia molecular i antibiograma

Seguim amb el procés d'identificació dels bacteris trobats en les diferents mostres. En aquesta sessió realitzarem la lectura de les proves bioquímiques realitzades ahir. Per açò haureu de tenir en consideració les interpretacions de cada prova explicades anteriorment.

Recordeu d'anotar sempre allò que observeu en la fulla d'observacions!

Una vegada llegides i interpretades totes les proves hem d'identificar l'espècie bacteriana que està present en les diferents mostres. Ajudeu-vos de la taula que hi ha al final del quadern (annex IX).

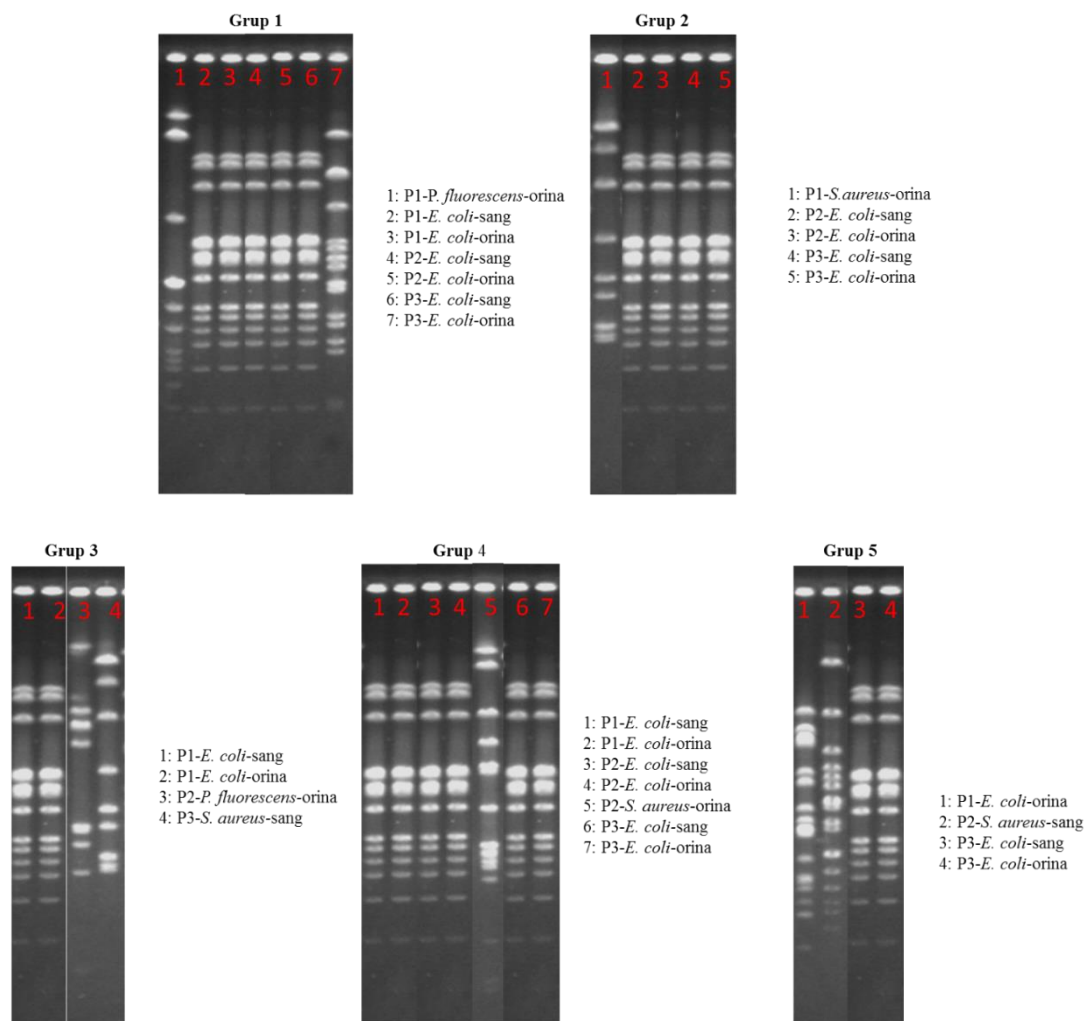
El següent pas per a determinar si els bacteris que causen la infecció pertanyen a la mateixa soca, és a dir, presenten el mateix material genètic, és realitzar proves de biologia molecular. En aquest cas, s'empra una tècnica anomenada PFGE, electroforesi en camp polsat. Com no podem realitzar la tècnica per falta del material, a continuació s'explica en que consisteix i se us donen els resultats de la prova, que hem d'interpretar.

Electroforesi en camp polsat

L'electroforesi en camp polsat s'utilitza per a l'anàlisi i identificació de fragments de DNA d'una mida superior a 2kb. La separació es realitza mitjançant l'alternança del camp elèctric entre diferents elèctrodes provocant una reorganització continua dels fragments que migren a través de l'agarosa.

A grans trets, amb una suspensió de bacteris es preparen uns discs d'agarosa. Posteriorment, es fica un d'aquests discs en una solució amb un enzim de restricció de baix punt de tall que tallarà el DNA dels bacteris en diferents fragments. Aquests discs on el DNA es troba digerit s'inclouen en un gel d'agarosa i es sotmeten a un camp elèctric, per tant, el DNA, degut a la seva càrrega migrarà depenent de la grandària del fragment. Al finalitzar l'electroforesi, el gel es tenyeix amb bromur d'etidi, que s'uneix al DNA i es revela amb llum ultraviolada, fet que ens permet observar els diferents fragments. Comparant els diferents patrons de bandes es pot determinar si les soques bacterianes són iguals o no. A cada patró de bandes se'l sol anomenar amb una lletra.

Imagineu que hem realitzat la tècnica i aquests són els resultats que teniu. Interpreteu aquests resultats i anoteu-los al full d'observacions.

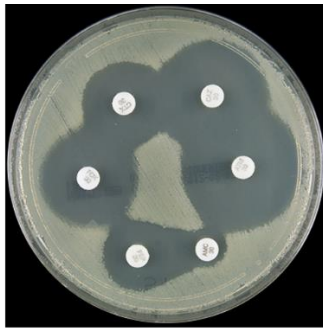


El pas a realitzar a continuació és la determinació de la susceptibilitat i resistència antibiòtica d'aquests microorganismes. Per fer açò, emprarem la tècnica anomenada antibiograma per disc difusió, detallada tot seguit.

Només heu de realitzar l'antibiograma a aquelles colònies que siguin diferents. Per què?

Antibiograma per disc difusió

1. Partint d'un cultiu pur de bacteris, es suspenen 5-6 colònies en 1mL de sèrum fisiològic.
2. Amb un hisop es sembra una placa del medi Müeller-Hinton passant-lo per la superfície de la placa en totes les direccions.
3. S'apliquen els discs impregnats amb els diferents antibiòtics amb l'ajuda d'unes pinces.
En aquest cas els antibiòtics usats en Gram positius són penicil·lina, gentamicina, ciprofloxacina, vancomicina i tetraciclina.
Antibiòtics emprats en Gram negatius: piperaciclina, aztreonam, imipenem, ciprofloxacina i gentamicina.
4. Les plaques sembrades s'incuben tota la nit a 37°C
5. Durant aquest temps l'antibiòtic difondrà per la placa i depenent el diàmetre en l'halo d'inhibició del creixement es determinarà la resistència de la soca als diferents antibiòtics.
6. Mesurar els halos d'inhibició amb un regle i interpretar els resultats.



<http://www.wider.es/casosclinicos/index.php/cistitis-no-complicada-por-escherichia-coli-productora-de-beta-lactamasa-oxa-1-caso-559/?print=print>

Sessió 6: Resistència antibiòtica i anàlisi global de dades

En aquesta sessió determinarem la resistència antibiòtica dels bacteris que causen les infeccions dels nostres pacients. Per aquesta interpretació utilitzeu els punts de tall del *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST) exposats a les taules del final del quadern (annex IX) i anoteu els resultats a la graella d'observacions adient.

Un cop acabada la part experimental s'ha de fer l'anàlisi pertinent i la reflexió posterior per a extraure conclusions. Teniu sempre present les tasques que heu de realitzar exposades en el problema inicial.

Reflexions i conclusions

Sessió 7: Elaboració d'un informe científic

Durant aquesta sessió heu d'elaborar un informe científic amb l'explicació de tot el procés experimental realitzat al laboratori així com els resultats obtinguts i les conclusions extretes.

Com elaborar un report científic?

1. Objectiu

El report és un document escrit per un o diversos investigadors que té com a finalitat descriure els resultats d'una investigació i donar-los a conèixer a la resta de la comunitat científica.

2. Components

- **Portada** amb el títol del report i els autors i les direccions dels seus centres de treball i un resum.
- **Introducció**: serveix com a orientació als lectors i els explica, en aquest cas, la situació problema a investigar.
- **Material i mètodes**: es detalla el procediment dels experiments, el material emprat i el tipus de població o mostra emprada. Amb aquestes dades un altre investigador ha de ser capaç de reproduir l'experiment.
- **Resultats**: en aquest apartat s'inclouen els resultats del treball. Normalment aquesta informació es presenta en taules i figures.
- **Discussió**: en aquest apartat es comparen els resultats obtinguts amb altres resultats d'experiments similars publicats amb anterioritat i es fa una interpretació dels mateixos.
- **Conclusions**: en aquest punt s'exposen les conclusions extretes de la recerca realitzada.
- **Referències**: en aquesta part s'inclouen tots aquells documents que s'han emprat per al desenvolupament del treball, normalment articles científics. Existeixen diversos criteris per a referenciar. Un dels més utilitzats és el format APA. Podeu trobar la informació necessària en aquest enllaç:

<https://www.udg.edu/LaBibliotecaforma/Comcitardocuments/EstilAPAencatala/tabid/11972/language/ca-ES/Default.aspx#llibres>

Sessió 8: Presentació en un congrés científic

En aquesta última sessió es simularà l'assistència a un congrés científic, on cada grup de treball exposarà els resultats de la seva recerca a la resta de companys, que formaran la comunitat científica. A més, un doctor especialista de la universitat vindrà com a científic convidat i intervindrà i valorarà els vostres treballs de recerca i les vostres comunicacions. També, amb vos contarà la seva experiència científica i com és treballar en Ciència.

Cada grup tindrà 5 minuts per a exposar els seus resultats amb un torn de preguntes al final. Al finalitzar les exposicions s'obrirà un debat entre tots els assistents per a tractar de respondre a aquestes qüestions:

- És pot parlar d'epidèmia o per contra només és un brot aïllat?
- Quina pot ser la forma de contagi?
- Quin pot ser el focus de la infecció?
- Proposta de mesures preventives per evitar aquest tipus d'infeccions.
- Reflexió sobre el tractament antibiòtic i la resistència antibiòtica i l'impacte en la societat.

3.6.8. Material didàctic 8: Microorganismes i cicles biogeoquímics

Objectius d'aprenentatge:

- Comprendre la intervenció dels microorganismes en els cicles biogeoquímics.
- Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant els coneixements biològics rellevants.

Competències: CCT, CSC, CAA, AEE, CCL.

Contingut:

- Conceptual:** cicle biogeoquímic del carboni, del nitrogen i del sofre.
- Procedimental:** aplicació dels conceptes teòrics a situacions de la vida quotidiana, recerca i contrast d'informació, síntesi i anàlisi d'informació, utilització de ferramentes TIC, planificació de la feina, exposició de resultats utilitzant un suport audiovisual.
- Actitudinal:** cooperació, respecte, autonomia, capacitat per a treballar en grup, responsabilitat, creativitat.

Metodologia: ABP i joc-concurs de Vries.

Materials: fulla de treball i ordinadors amb connexió a Internet.

Lloc: aula d'informàtica i aula ordinària.

Temporalització: 3 sessions de 55 minuts.

Desenvolupament:

Sessió 1: Presentació del problema, planificació, recerca i anàlisi de la informació. Cada grup treballarà un dels problemes plantejats corresponents als tres cicles biogeoquímics. En el cas que hi hagin més grups de treball que problemes, alguns grups treballaran el mateix tema.

Sessió 2: Finalització de la recerca d'informació i elaboració d'un vídeo de màxim 5 minuts de duració on explicaran el procés del cicle biogeoquímic i la intervenció dels microorganismes. El producte final es penjarà a l'aula virtual.

Sessió 3: visualització dels vídeos. Prèviament a casa, cada grup s'ha de preparar cinc qüestions relacionades amb el tema treballat i a l'aula es realitzarà un concurs de Vries per a resoldre dubtes i acabar d'assolir els coneixements.

Criteris d'avaluació:

- Capacitat de recerca, contrast, anàlisi, síntesis d'informació.
- Capacitat de cooperació i col·laboració.
- Realització d'un vídeo on estigui recollida tota la informació.
- Implicació individual en el desenvolupament de la tasca

Instruments d'avaluació:

- El producte final, en aquest cas el vídeo (7%) s'avaluarà mitjançant l'ús de la següent rúbrica. Aquesta valoració la realitzaran tant el professor com la resta del companys.
- Avaluació dels companys (1.5%) i autoavaluació (1.5%).

Taula 8. Rúbrica d'avaluació de l'elaboració del vídeo.

Criteris	Fluix	Adequat	Excel·lent
Durada (1 punt)	Excedeix el temps determinat en aproximadament +/- 10 minuts (0.25p)	Excedeix el temps determinat en aproximadament +/- 4 minuts (0.5p)	S'ajusta al temps de 5 minuts (1p)
Contingut (4 punts)	No conté tots els aspectes requerits. No s'empra vocabulari científic i específic del tema (1p)	Conté la majoria dels aspectes requerits i l'ús del vocabulari científic és majoritari (2p)	Conté tots els aspectes requerits i sempre s'empra un vocabulari científic específic del tema (4p)
Originalitat (1 punt)	Poc original i creatiu (0.25p)	Els continguts es presenten d'una manera creativa (0.5p)	Presenten dels continguts d'una manera molt autèntica i creativa (1p)
Àudio (1 punt)	La qualitat del so és poc clara i el volum no està ajustat (o no es sent o està massa fort) (0.25p)	La qualitat del so és parcialment clara, en algun desajust de volum (0.5p)	Bona qualitat del so, amb volum adequat (1p)
Qualitat imatge (1 punt)	La imatge no és clara ni nítida i la seqüència no és lògica (0.25p)	La imatge és clara i nítida però la seqüència no és lògica o la seqüència és lògica però li falta nitidesa a la imatge (0.5p)	La imatge és clara i nítida i la seqüència lògica (1p)

Material didàctic per a l'alumne

Activitat 8: Microorganismes i cicles biogeoquímics

Grup:

Membres del grup:

Data de finalització:

Problema 1: El nitrogen és un element essencial per a la vida. Tot i que el nitrogen molecular (N_2) de l'atmosfera és molt abundant no pot ser emprat com a font de nitrogen per la majoria d'éssers vius. Així, les plantes solen agafar el nitrogen del sòl en forma de nitrats, compost que si que poden assimilar. D'on prové el nitrogen que empren els organismes?



<http://www.diariodeciencias.com.ar/importancia-de-las-rotaciones-el-rhizobium-y-las-legumbres/>

Tasques a realitzar

1. Explica el cicle biogeoquímic del nitrogen.
2. Descriu el paper dels microorganismes en aquest cicle.
3. Explica quina relació s'estableix entre els diferents microorganismes que intervenen en el cicle i entre els microorganismes i les plantes?
4. Com l'activitat humana pot afectar a aquest cicle?
5. Elaboració d'un vídeo explicant els aspectes treballats en aquest problema.

Què sabem?

Què no sabem i volem conèixer?

Quina informació necessitem?

Planificació feina

Problema 2: El registre més antic de l'existència d'ecosistemes a la Terra són els estromatòlits, comunitats d'organismes formades per capes superposades de bacteris. Les capes superiors, en contacte amb l'atmosfera, estan constituïdes pels cianobacteris i en les capes de sota es troben els bacteris reductors del sulfat, que estan aïllats dels compostos atmosfèrics i no els poden utilitzar. D'on obtenen el carboni que necessiten els bacteris que formen els estromatòlits?



http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/tierra_cambia/contenidos9.htm

Tasques a realitzar

1. Explica el cicle biogeoquímic del carboni.
2. Descriu el paper dels microorganismes en aquest cicle.
3. Explica quina relació s'estableix entre els diferents microorganismes que intervenen en el cicle
4. Com l'activitat humana pot afectar a aquest cicle?
5. Elaboració d'un vídeo explicant els aspectes treballats en aquest problema.

Què sabem?**Què no sabem i volem conèixer?****Quina informació necessitem?****Planificació feina**

Problema 3: El Rio Tinto (Huelva) presenta unes característiques molt peculiars, ja que és d'un color rogenc i unes aigües molt àcides (pH de 2.2). Com es troba en una zona d'explotació minera s'havia pensat que aquestes característiques eren conseqüència de l'activitat minera exercida al llarg dels segles. Però, fa uns anys científics del CAB (Centre d'Astrobiologia) han descobert que el color i l'acidesa del riu es deuen a l'activitat de microorganismes extremòfils, que poden viure en condicions, *a priori*, desfavorables per a la vida. Aquests microorganismes quimiolitotròfics són capaços d'obtenir energia a partir de compostos de ferro i sofre alliberat com a productes del seu metabolisme els òxids de ferro i l'àcid sulfúric responsables de les característiques de l'aigua del riu. Però resulta sorprenent que a més dels extremòfils han trobat una sèrie d'organismes eucariotes, sobretot algues, protoctists i fongs. Aquest descobriment fa que els investigadors consideren aquest riu un bon model per a estudiar les primeres formes de vida en la Terra i creuen que es pot aplicar també a l'estudi de la vida en altres planetes com Mart, ja que Rio Tinto és l'entorn terrestre més paregut a com podria haver seguit Mart fa 4000 milions d'anys. En el cas dels extremòfils, el sofre prové dels minerals sulfurosos de les roques que formen el llit del Rio Tinto, però d'on prové el sofre que forma part de les nostres proteïnes?



<http://7maravillas.es/parque-minero-de-riotinto>

Tasques a realitzar

1. Explica el cicle biogeoquímic del sofre
2. Descriu el paper dels microorganismes en aquest cicle.
3. Explica quina relació s'estableix entre els diferents microorganismes que intervenen en el cicle.
4. Com l'activitat humana pot afectar a aquest cicle?
5. Elaboració d'un vídeo explicant els aspectes treballats en aquest problema.

Què sabem?**Què no sabem i volem conèixer?****Quina informació necessitem?****Planificació feina****3.6.9. Material didàctic 9: Microbiologia: indústria i medi ambient****Objectius d'aprenentatge:**

- Comprendre el paper dels microorganismes en els processos industrials i de conservació del medi ambient.
- Valorar l'impacte social i econòmic que tenen els microorganismes.
- Realitzar investigacions científiques al laboratori per adquirir habilitats de treball en aquest espai.

- Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant els coneixements biològics rellevants.

Competències: CCT, CSC, CAA, AEE, CCL.

Contingut:

a) **Conceptual:** fermentació làctica, fermentació alcohòlica, bioremediació, fitoremediació, biodegradació.

b) **Procedimental:** aplicació dels conceptes teòrics a situacions de la vida quotidiana, elaboració d'hipòtesis de treball, interpretació de resultats i extracció de conclusions a partir dels resultats obtinguts d'una experimentació al laboratori, recollida sistemàtica de dades durant la fase experimental i utilització de ferramentes TIC, extracció de les idees principals del text i esquematització de les mateixes, transmissió i explicació d'idees principals a la resta de companys.

c) **Actitudinal:** esforç i implicació individual i grupal, compliment de les normes de laboratori, responsabilitat, cooperació, respecte.

Metodologia: pràctiques de laboratori, ABP i puzzle d'Aronson.

Materials: quadern de laboratori i material de laboratori (detallat en el material per a l'alumne), fulla de treball, texts per a treballar el puzzle d'Aronson (annex X), ordinadors amb connexió a Internet.

Lloc: laboratori de Ciències Naturals, aula d'informàtica i aula ordinària.

Temporalització: 4 sessions de 55 minuts.

Desenvolupament:

Sessió 1 i 2: Realització de dues pràctiques de treball experimental al laboratori sobre la implicació dels microorganismes en la indústria alimentària (fermentació làctica i alcohòlica). Al final de les pràctiques els alumnes hauran d'entregar el quadern de pràctiques amb la resolució de les qüestions que se'ls plantegen.

Sessió 3: Plantejament d'un problema sobre la implicació i importància dels microorganismes en la conservació del medi ambient. Elaboració d'un mapa conceptual amb el resultat de les tasques plantejades que es penjarà a l'aula virtual.

Sessió 4: Realització d'un puzzle d'Aronson per a treballar sobre la importància dels microorganismes en la indústria farmacèutica i la agropecuària. A continuació, s'elaborarà un esquema de tots els processos treballats a la pissarra per un dels membres del grup i entre tots es completarà i es discutirà. Al finalitzar la classe es farà una foto a l'esquema i es penjarà a l'aula virtual per a que tots els alumnes tinguin accés.

Criteris d'avaluació:

- El comportament dels alumnes es l'adequat ja que apliquen les normes de treball al laboratori.
- Saber elaborar d'hipòtesis de treball i extraure conclusions a partir dels resultats obtinguts de l'experimentació científica.
- Recollida de dades i observacions al quadern de laboratori durant tota la fase experimental i interpretació d'aquestes com a fonament per a respondre qüestions.

- Capacitat de recerca, contrast, anàlisi, síntesis d'informació i estructuració de la informació en un mapa conceptual o esquema.
- Argumentar la importància de microbiologia en la indústria i en el medi ambient.
- Capacitat de cooperació i col·laboració.
- Implicació individual en el desenvolupament de la tasca.

Instruments d'avaluació:

Cadascuna de les quatre activitats plantejades tindrà un pes del 5%.

- Pràctiques de laboratori (avaluació individual): l'actitud al laboratori (3%) s'avaluarà emprant la rúbrica detallada en la pàgina 23 d'aquest treball. A més, es tindran en consideració l'entrega del quadern de pràctiques (2%) i la resposta de les qüestions plantejades (4%), l'avaluació als companys (0.5%) i l'autoavaluació (0.5%).
- Problemes tres i quatre (avaluació grupal): l'actitud i implicació de l'alumnat (2%) que extraurà de l'avaluació dels companys i l'autoavaluació i el producte final elaborat, un mapa conceptual i un esquema, respectivament (3%).

Material didàctic per a l'alumne

Activitat 9: Microbiologia: indústria i medi ambient

Grup:

Membres del grup:

Data de finalització:

Quadern de laboratori

Problema 1: El consum de productes làctics estan lligades al consum humà des de els temps de les antigues tribus nòmades del neolític. En el segle XX, es quan la llet i els productes làctics presenten una major expansió en el consum degut a les millores tecnològiques en la seva obtenció, transport i refrigeració. Però, cada cop el nombre de persones diagnosticades d'intolerància a la lactosa és major. S'estima que en l'Estat Espanyol entre el 20 i el 30% dels infants i el 15-40% d'adults sofreixen aquesta patologia. Aquestes persones, no poden consumir llet perquè els causa dolor abdominal, diarrea o estrenyiment. En canvi, el consum moderat de productes com el iogurt o el mató no els causa ningun tipus de simptomatologia.



<http://www.republica.com/2015/12/13/los-lacteos-ayudan-a-controlar-el-colesterol-disminuir-la-hipertension-y-fortalecer-los-huesos/>

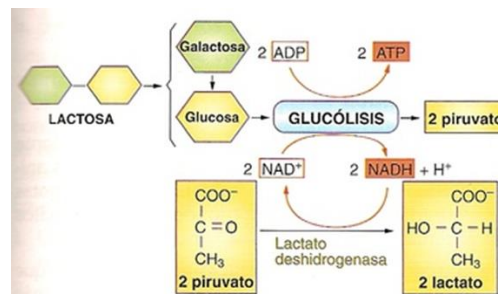
Objectius:

- Comprendre quin és el procés de transformació de la llet a iogurt.
- Determinar el paper dels microorganismes en aquest procés.
- Aplicar les tècniques per a produir iogurt a partir de llet.

- Explicar per què les persones que presenten mala absorció de la lactosa poden ingerir derivats làctics com el iogurt.

Fonament teòric:

En la formació del iogurt, els microorganismes *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* i *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* converteixen el sucre present en la llet (lactosa) en àcid làctic mitjançant el procés que es coneix com fermentació làctica:



<https://www.pinterest.com/pin/563231497117944366/>

Materials:

- Llet sencera (5L)
- 1 iogurt natural sense sabor ni sucre que servirà com a cultiu d'on obtindrem els microorganismes
- Llet en pols (15g per litre de llet)
- Termòmetre
- Recipients plàstic amb tapa
- Olla
- Encenedor Bunsen
- Tires reactives per a mesurar pH

Procediment:

Sessió 1:

1. Mesurar el pH de la llet amb una tira reactiva. Anotar el resultat.
2. Ficar a calfar un litre de llet en un olla fins a que la temperatura arribi aproximadament a 85°C durant 30 minuts.
3. Deixar refredar la llet i en aquest temps afegir 15g de llet en pols.
4. Quan la llet arribi a 43-45°C afegir dos cullerades del iogurt natural i agitar suaument.
5. Abocar 250mL de la llet en un pot de plàstic amb tapa.
6. Incubar de 4 a 6 hores a 43°C.
7. Refredar els iogurts ràpidament a 4°C.

Sessió 2:

8. Mesurar el pH del iogurt i anotar el resultat.

Resultats:

Mostra	pH esperat	pH mesurat
Llet		
Iogurt		

Qüestions:

- Per què es calfa la llet abans d'emprar-la per al consum?
- Per què s'afegeix el iogurt en el punt 4?

- Quines diferències de pH s'observen entre la llet i el iogurt? Com podem explicar aquestes dades?
- Explicar per què les persones que presenten mala absorció de la lactosa poden ingerir derivats làctics com el iogurt.

Problema 2: Segons un informe de l'Organització Mundial de Salut (OMS) el consum mitjà de begudes alcohòliques a Espanya és d'11.2 litres per persona a l'any, lleugerament per damunt de la mitjana europea (10.9 litres/any) i molt per dalt de les tasses mundials amb 6.2 litres per persona i any. Per tipus de beguda, la cervesa és la més consumida (50%), seguida de les begudes alcohòliques d'alta graduació (28%) i el vi (20%).

Per una altra banda, prop d'un 33% dels accidents amb víctimes mortals en Espanya es deuen als efectes de l'alcohol en la conducció. Cada cap de setmana moren una mitjana de 20 persones menors de 30 anys i en un 37% dels accidents es detecta un nivell d'alcohol superior al permès. Per evitar això, es realitzen controls d'alcoholèmia en les diferents carreteres de l'Estat.



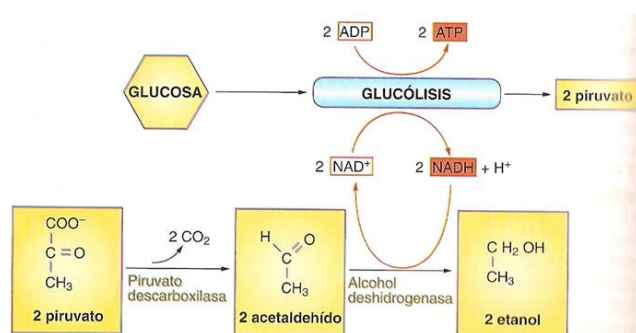
<http://www.batanga.com/curiosidades/8212/9-mitos-sobre-las-bebidas-alcoholicas-y-sus-efectos>

Objectius:

- Comprendre quin és el procés de transformació dels sucres en begudes alcohòliques com per exemple el vi i la cervesa.
- Determinar el paper dels microorganismes en aquest procés.
- Explicar com es detecta l'etanol en un control d'alcoholèmia.

Fonament teòric:

Un dels processos que té lloc en l'elaboració de diferents productes alimentaris, com algunes begudes alcohòliques com el vi, cervesa i sidra entre altres i el pa o en la producció de biocombustible és la fermentació alcohòlica o etílica en que algunes espècies de llevats, majoritàriament *Sacharomyces cerevisiae*, en condicions d'anaerobiosi processen els sucres de la matèria primera per obtenir energia i obtenen com a productes finals ATP, etanol i CO₂.



<http://cnxartce.blogspot.com.es/2012/06/la-fermentacio-alcoholica-feim-pa.html>

Una fermentació de l'etanol produït dona lloc a la formació del vinagre, procés conegut com fermentació acètica. Aquesta fermentació es produïda per els bacteris aerobis del gènere *Acetobacter*.



Materials:

- Llevat de panificació
- Glucosa

- Tubs d'assaig
- Pipeta Pasteur
- Matràs Erlenmeyer 25mL
- Globus
- Dicromat potàssic
- Àcid sulfúric diluït
- Reactiu de Fehling A i B
- Encenedor Bunsen

Procediment:**Sessió 1:**

1. Cada grup prepara una dissolució de diferent concentració de glucosa en un matràs (aigua, glucosa 2%, glucosa 5%, glucosa 10%, glucosa 15%).
2. Separar 3mL de les diferents dissolucions en un tub d'assaig per a comprovar que realment hi ha glucosa en la dissolució.
3. Dissoldre una petita quantitat del llevat de panificació en la dissolució de glucosa.
4. Ficar un globus a la boca del matràs.
5. Incubar 18-24h a 37°C.

Sessió 2:**Resultats:**

Observar que ha passat durant la incubació i anotar els resultats i la explicació d'aquestes observacions.

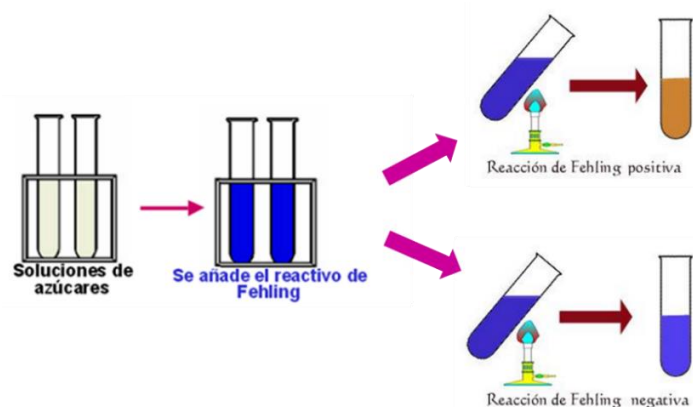
Com podem provar que al principi de l'experiment teníem glucosa a la dissolució i ara aquesta s'ha convertit en etanol?

Reacció de Fehling

Aquesta prova posa de manifest la presència de sucres reductors (glucosa, sacarosa, fructosa, ribosa, etc.). Es tracta d'una reacció redox en la que el grup aldehyd dels sucres es oxidat a grup àcid per el Cu^{2+} que es redueix a Cu^+ . Els sucres reductors reaccionen amb el coure donant lloc a un precipitat de color roig.



1. El reactiu de Fehling consta de dos solucions:
 - a. Solució I: sulfat de coure al 7%
 - b. Solució II: tartrat sòdic-potàssic al 35% en NaOH al 10%
2. Agafar 2mL de la solució a testar i ficar en un tub d'assaig.
3. Afegir 10 gotes del reactiu de Fehling i homogeneïtzar la mescla.
4. Escalfar el tub en el encenedor Bunsen.

**Que hem de fer en les nostres mostres?**

Cada grup agafarà 2mL de cadascun dels matrassos en tubs d'assaig i farà la reacció de Fehling a la mostra de glucosa que vam preparar el dia anterior i que no se li va afegir el llevat i a les mostres de la solució que es va ficar a fermentar a l'estufa incubadora.

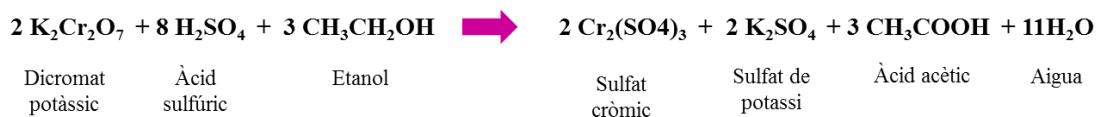
Quins resultats espereu? Es corresponen amb els resultats obtinguts de la prova?

Mostra	Resultat esperat	Resultat observat
Aigua		
Glucosa 2%		
Glucosa 5%		
Glucosa 10%		
Glucosa 15%		

Ja hem comprovat que després de la fermentació no hi ha glucosa a la solució i la teoria ens diu que aquesta s'ha transformat en etanol. Com podem demostrar-ho?

Detecció d'etanol

Aquesta prova es basa en la oxidació de l'etanol mitjançant l'acció oxidant del dicromat potàssic i àcid sulfúric.



L'etanol es oxidat a àcid acètic i la seva presència es pot comprovar pel seu olor característic. A més, el dicromat potàssic és reduït a sulfat de crom III i la seva presència se pot comprovar pel seu color verd característic.

1. Agafar 2mL de la solució a testar i ficar en un tub d'assaig.
2. Preparar el reactiu amb dicromat potàssic:
 - a. Dissoldre 0.5g de dicromat potàssic en 20mL d'aigua.
 - b. Afegir 5 gotes d'àcid sulfúric i homogeneïtzar.
3. Afegir de 3-5 gotes de reactiu preparat en el pas anterior i homogeneïtzar la mescla.

Resultats:

Mostra	Resultat esperat	Resultat observat
Aigua		
Glucosa 2%		
Glucosa 5%		
Glucosa 10%		
Glucosa 15%		

Qüestions:

- Per què es fica un globus a la boca del matràs?
- Quines diferències s'observen en les diferents mostres en la reacció de Fehling abans i després de la incubació? Com es pot explicar aquest fet?
- Explicar les diferències de color que hi ha en el test de detecció de l'etanol en les diferents mostres. Com es poden explicar aquests resultats?

Problema 3: Actualment, no ens podríem imaginar una vida sense els plàstics. Aquests són barats i resistent i estan presents en tot allò que fem cada dia. El creixement de la població i l'elevat consum de materials plàstics sintètics ha provocat un problema ecològic de grans magnituds on bilions de tones de plàstics s'acumulen per tots els racons del planeta. No només l'ús excessiu de plàstics produeixen impactes en el medi ambient. Tot un seguit d'activitats humanes tenen conseqüències negatives sobre l'entorn com abocaments industrials, l'ús de grans quantitats de pesticides, de metalls pesats, vessaments de petroli, etc. Una solució a aquests problemes és la remediació, que consisteix en l'ús de processos de degradació, biològics o químics, per a eliminar substàncies contaminants que han seguit abocades al medi ambient.



<http://www.ecologiaverde.com/las-islas-de-plastico-de-los-oceanos-aumentando-otros-500/>

Tasques a realitzar

1. En que consisteix la bioremediació? Explica un exemple de cadascun dels tipus de bioremediació.
2. Descricu una solució per a reduir la contaminació dels plàstics en la que estiguin involucrats els microorganismes.
3. Elaboració d'un mapa conceptual amb els conceptes treballats en aquesta tasca.

Què sabem?

Què no sabem i volem conèixer?

Quina informació necessitem?

Planificació feina

3.6.10. Material didàctic 10: Un aspecte, diferents punts de vista

Objectiu d'aprenentatge: comprendre les interaccions de la Ciència amb la Tecnologia i la societat valorant els diferents aspectes ètics, socials, ambientals, econòmics i polítics relacionats amb els nous descobriments i valorar la informació procedent dels mitjans de comunicació per a formar-se una opinió pròpia i els permeti expressar-se críticament sobre problemes actuals relacionats amb la Biologia.

Competències: CCT, CSC, CCL.

Continguts:

a) **Conceptuals:** tots aquells que es vagin treballant al llarg del bloc temàtic i que tinguin un impacte social que quedi reflectit als mitjans de comunicació.

b) **Procedimentals:** valoració de la implicació de la ciència en la societat, foment d'un pensament crític d'allò que llegeixen en premsa, argumentació per a defensar les valoracions i opinions pròpies.

c) **Actitudinals:** respecte, empatia, capacitat negociadora.

Metodologia: *Role playing* i debats on participa el grup classe.

Materials: articles de premsa recollits durant tot el bloc en l'activitat 3, ciència en context: taller de premsa.

Lloc: Aula ordinària.

Temporalització: 1 sessió de 55 minuts.

Desenvolupament: Durant el desenvolupament d'aquest bloc temàtic, els alumnes hauran d'anar recollint la informació de l'actualitat científica sobre aspectes relacionats amb el bloc. Al finalitzar el mateix, cada grup realitzarà una selecció de l'article que els sembli més interessant i es prepararà una posada en escena (*role playing*) de 5 minuts on ha de representar l'impacte social que suposa aquell tema representant totes les parts

i opinions implicades. Al finalitzar la representació, s'obrirà un debat a la resta de la classe perquè cadascú pugui exposar les seves opinions i defensar les seves valoracions. Com a tasca final cada alumne haurà d'escriure una reflexió personal sobre l'impacte que la Ciència té en la societat.

Criteris d'avaluació:

- Escenificació en el *role playing* de tots els punts de vista implicats en la situació concreta.
- Capacitat de defensa d'idees i valoracions pròpies amb l'ús d'una bona argumentació.
- Formulació de bones preguntes que dinamitzen el debat i que fomentin la participació de tots els membres del grup.
- Reflexió personal sobre l'impacte de la Ciència en la societat on es tindrà en consideració la coherència del text, la qualitat dels arguments i l'expressió escrita (estructura i ortografia).

Instruments d'avaluació:

- El producte final, en aquest cas la reflexió personal (3%).
- Les observacions del professor durant les escenificacions i el debat grupal (1%).
- Coavaluació (0.5%) i autoavaluació (0.5%).

3.7. Avaluació

L'avaluació d'aquest nucli temàtic es realitzarà en tres moments. Primerament, el primer dia es realitzarà una avaluació inicial mitjançant la reflexió inicial que els alumnes realitzaran al dossier d'aprenentatge d'allò que saben i que esperen durant el desenvolupament del bloc.

En segon lloc, es realitzarà una avaluació continua al llarg de tot el bloc temàtic. Després de cada activitat treballada, es durà a terme una avaluació mitjançant el producte final elaborat pels alumnes com a resultat de l'activitat, una avaluació per part dels companys i una autoavaluació indicant el que s'ha après i el que no de cada activitat. Després de la revisió del producte final de les activitats, el professor donarà a cada alumne el *feedback* corresponent.

Per últim, una vegada finalitzat el bloc els alumnes realitzaran una avaluació de la docència mitjançant un qüestionari d'avaluació detallat en l'annex XI. D'aquesta avaluació, el docent farà una reflexió de les activitats plantejades i d'aquells aspectes que s'han de millorar.

Respecte als criteris emprats per a l'avaluació de les diferents activitats, així com els instruments d'avaluació es troben detallats en cadascun dels materials didàctics presentats anteriorment.

4. Valoració i conclusions

Plantejar treballar el bloc de Microbiologia, en 2n de Batxillerat, podria semblar, per alguns, una mica agosarat. De fet, utilitzar la metodologia d'ABP en un curs amb una prova final d'accés a la universitat pot causar, entre part del professorat, una certa controvèrsia. La mateixa que genera la posada en pràctica de metodologies d'ensenyament-aprenentatge innovadores i substancialment diferents a algunes de tradicionals,

majoritàriament practicades en alguns centres. No obstant, i assumint el debat que pot aportar, considero que les seves forteses i aportacions superen enormement els possibles riscos que es poden trobar.

L'aplicació de l'ABP a la matèria de Biologia comporta certes aportacions que són molt positives de cara a l'aprenentatge de l'alumnat. Amb les activitats basades en l'ABP enfocades al plantejament de problemes del món real, els alumnes realitzen un procés d'integració i aplicació dels conceptes teòrics a situacions reals, fet que facilita la comprensió d'aquests. També hi ha que ressaltar l'augment de la participació de l'alumnat en la matèria ja que són ells els que planifiquen i realitzen la feina i presenten els resultats elaborant el producte final que se'ls demana en cada cas. Aquest plantejament fomenta la motivació i l'interès dels alumnes per la matèria ja que els permet veure l'aplicació d'allò que estudien a l'institut a aspectes de la vida fora de les aules. A més, garanteix una assimilació de continguts conceptuals i procedimentals que altres vies no ho fan.

Igualment, s'han plantejat tres activitats que integren l'ABP amb l'experimentació al laboratori, part fonamental de la matèria de Biologia. Aquestes activitats, que integren teoria i pràctica, pretenen la consecució tant dels objectius curriculars específics del bloc, com d'aquells més transversals tals com utilitzar amb autonomia les estratègies característiques de la investigació científica mitjançant l'ús del mètode científic i la resolució de problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant coneixements biològics.

A més de les activitats basades amb ABP també s'han dissenyat altres recursos basats en treball cooperatiu (taller de premsa i el *role playing*) que complementen les aportacions de les activitats anteriors i permeten treballar altres aspectes del currículum com la comprensió de les interaccions Ciència-societat i la valoració de diferents fonts d'informació que els permeti crear-se una opinió pròpia i puguin expressar-se críticament sobre problemes relacionats amb la Biologia. Tanmateix, la realització del glossari científic de manera grupal reforça la importància del treball cooperatiu i els permet preparar d'una manera més amena, col·laborativa i pròpia els conceptes clau del bloc temàtic.

El desenvolupament de tots els materials didàctics proposats en el treball permeten un aprenentatge més competencial que dota als alumnes amb ferramentes que podran emprar permanentment, al llarg de la seva vida, amb aplicacions tant acadèmiques com personals. Hi ha que destacar que la realització del dossier d'aprenentatge és un reflex de com l'alumnat va adquirint i desenvolupant aquestes competències, fent-lo d'una manera autodirigida, reflexiva i conscient.

A més a més de les activitats plantejades amb ABP, i pensant en les provés d'accés a la universitat, s'ha dissenyat una activitat on se'ls proporciona als alumnes un recull d'exercicis relacionats amb el bloc, que han sortit en convocatòries anteriors de les proves PAU, per a que puguin anar familiaritzant-se amb el tipus de preguntes que es poden trobar. I així, garantim també l'adquisició de ferramentes adaptades a les proves d'accés a la universitat.

Tot plegat, l'aplicació d'una metodologia d'aprenentatge actiu com l'ABP permet que els alumnes es converteixin en els constructors del seu coneixement, a partir d'un aprenentatge autodirigit, que els permet ser plenament conscients del procés d'ensenyament-aprenentatge i que els incita a reflexionar sobre el mateix i sobre les formes en que poden millorar-lo. A més, la integració dels continguts merament teòrics a situacions

de la vida real i el fet d'adquirir les competències necessàries per a utilitzar amb autonomia les estratègies que permetin un aprenentatge més significatiu i durador en el temps ha de permetre als alumnes, no sols afrontar amb garanties l'examen de la prova d'accés a la universitat, sinó també la forma en la que es plantejaran i enfocaran el procés d'ensenyament-aprenentatge durant la formació acadèmica superior. Finalment, no s'ha d'oblidar que l'estratègia metodològica de l'ABP fomenta el desenvolupament d'unes habilitats més socials i emocionals que els seran molt útils en la seva vida tant professional com personal.

Evidentment, la implementació de qualsevol metodologia didàctica comporta un canvi, fet que sol portar implícit certes barreres que dificulten la seva aplicació. Un dels primers problemes que pot aparèixer amb l'ABP són la falta de costum dels alumnes i docents a aquest tipus de treball. Açò s'ha de superar fent un canvi de la perspectiva sobre el procés d'ensenyament-aprenentatge i s'han d'assumir responsabilitats i rols que no són comuns en l'aprenentatge tradicional. Per això és fonamental una formació contínua i permanent dels docents en innovació educativa i pedagògica així com en formació en tècniques de treball cooperatiu i de comunicació i cohesió de grup

Per una altra banda, l'ús d'aquesta metodologia requereix de més temps ja que no es possible transferir la informació de manera ràpida com en els mètodes més convencionals. Açò implica que el professor ha de fer una molt bona planificació temporal de la programació. Tanmateix, l'ABP requereix un esforç i una gran dedicació del docent ja que ha d'elaborar tots els materials didàctics i els problemes per a que en la seva resolució els alumnes no sols adquireixin els conceptes teòrics sinó totes les competències i objectius d'aprenentatge marcats en el currículum. Per això, cal una eixida de la "zona de confort" existent en una part important dels docents, i que puguin plantejar-se seriosament l'adopció de mètodes alternatius als "clàssics" que poden ser més eficaços per l'aprenentatge integral de l'alumnat.

En definitiva, considero que l'ABP és una eina adequada per afrontar i complir els objectius i les competències inicialment plantejades. Permet una formació integral dels alumnes amb un assoliment més profund i durador dels coneixements fet que incita a l'aplicació d'aquests a situacions del món real. A més, permet un aprenentatge més competencial que els dota d'unes ferramentes i unes habilitats que els seran molt útils en el procés d'ensenyament-aprenentatge permanent. Així, malgrat que 2n de Batxillerat ha estat un curs tradicionalment "limitat", pel que fa a mètodes innovadors, per les proves PAU, penso que aquesta proposta per treballar el bloc de Microbiologia, encaixada en aquesta metodologia, ha de ser un instrument vàlid per la consecució dels objectius curriculars i l'assoliment competencial de l'alumnat.

5. Bibliografia

- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6), 481-486.
- Bermejo, F., i Pedraja, M. J. (2008). La evaluación de competencias en el ABP y el papel del portafolio. En *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 91-111). Servicio de Publicaciones.
- Branda, L. A., i Acarín Pérez, L. (2009). *L'aprenentatge basat en problemes* (1a ed.). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Buck Institute for Education (BIE), <http://bie.org/> (Consultat el 25/05/2016).

- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. i Zabala, A. (1999). *El constructivismo en el aula*. (11a ed.). Barcelona: Graó.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24.
- González, F. i Carrillo, E. (2008). El rol del tutor. En *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 75-89). Servicio de Publicaciones.
- González, J., i Wagenaar, R. (2003). Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final: Fase Uno. *Universidad de Deusto, Bilbao*.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational psychology review*, 16(3), 235-266.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). (2004). *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*. Universitat de Barcelona. Departament de Dret Mercantil, Dret del Treball i de la Seguretat Social.
- Marín Martínez, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(Extra), 043-55.
- Morales, P. i Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado En Problemas. Problem-Based Learning. *Theoria*, 13, 145-157.
- Neufeld, V. R., i Barrows, H. S. (1974). The "McMaster Philosophy": an approach to medical education. *Academic Medicine*, 49(11), 1040-50.
- Pantoja Castro, J. C. i Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles educativos*, 35(139), 93-109.
- Prieto, A., Escudero, J. B., Martín, E. R., Sanz, J. M., i Martín, D. D. (2006). Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4 es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos. *Aula abierta*, (87), 171-194.
- Prieto, A., Díaz, D., Hernández, M., i Lacasa, E. (2008). Variantes metodológicas del ABP: el ABP 4x4. En *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 55-74). Servicio de Publicaciones.
- Rodríguez, M^a L. (2004). Teoría del Aprendizaje Significativo. En *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (pp. 535-544). Universidad Pública de Navarra, Pamplona. Consultat en <http://eprint.ihmc.us/79/> (25/05/2016).
- Romero, A. i Sevilla, J. G. (2008). La elaboración de problemas ABP. En *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 37-53). Servicio de Publicaciones.
- Schmidt, H. G. (1983). Problem-based learning: Rationale and description. *Medical education*, 17(1), 11-16.
- Vizcarro, C. i Juárez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?. En *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 17-36). Servicio de Publicaciones.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, núm. 266 (2007).

Decret 102/2008, d'11 de juliol, del Consell, pel qual s'estableix el currículum del batxillerat en la Comunitat Valenciana, DOCV núm. 5806 (2008).

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2006). Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión europea*, 30(12), 2006. Consultat en <http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1>
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5> (Consultada 06/06/2016)
http://www.eucast.org/clinical_breakpoints/ (Consultada 01/06/2016)

6. Annexos

Annex I. Cronograma de les activitats dissenyades per al bloc temàtic VI: “Microbiologia. El món dels microorganismes i les seves aplicacions.

Annex II. Imatges de l’aula virtual.

Annex III. Fulla d’avaluació als companys.

Annex IV. Imatges del glossari científic i del full de registre de la correcció de les entrades.

Annex V. Activitats extretes de convocatòries anteriors de proves d’accés a la universitat (PAU).

Annex VI. Recursos web per on poder començar a treballar el material didàctic 5, un món microscòpic.

Annex VII. Imatges del vídeo amb l’aplicació EDpuzle i imatge del text sobre terminologia d’epidemiologia (material didàctic 7).

Annex VIII. Disseny de les mostres i els microorganismes a treballar en el material didàctic 7.

Annex IX. Fulla d’observacions, taula d’identificació d’espècies bacterianes i taules EUCAST de resistència antibiòtica (material didàctic 7).

Annex X. Texts per a treballar en el puzle d’Aronson (material didàctic 9).

Annex XI: Fulla d’avaluació de la docència

Annex I. Cronograma de les activitats dissenyades per al bloc temàtic VI: “Microbiologia. El món dels microorganismes i les seves aplicacions.

ACTIVITAS	SESSIONS	OBJECTIUS	DESENVOLUPAMENT	ESPAI
Dossier d'aprenentatge	Durant tot el bloc	Incitar a que els alumnes reflexionen sobre la seva activitat i progrés en el procés d'ensenyament-aprenentatge.	Després de cada activitat, cada alumne haurà de realitzar una entrada al seu dossier on s'indicarà un resum del treballat, els aspectes més importants, les evidències d'aprenentatge i els dubtes o coses que s'han de millorar.	Treball a casa
Glossari científic	Durant tot el bloc	La preparació dels conceptes teòrics del bloc per a facilitar l'estudi per a les proves PAU	Després de cada sessió un dels grups s'encarregarà de l'elaboració del glossari utilitzant aquelles paraules clau treballades anotant-les en un document Google Drive compartit en la resta del grup. Després de cada sessió un grup diferent serà l'encarregat de la tasca, a més, de revisar i corregir si les definicions anterior.	Treball la casa
Activitats proves PAU	Durant tot el bloc	Aprendre a realitzar exercicis similars als de les proves PAU.	Els alumnes podran anar realitzant les diferents activitats quan consideren oportú i les podran auto-correr, ja que també se'ls entregaran les solucions. En classe es treballaran aquelles activitats de les quals tinguin dubtes.	Treball a casa
Taller de premsa	Durant tot el bloc	-Comprendre les interaccions de la ciència amb la tecnologia i la societat -Valorar la informació procedent dels mitjans de comunicació per a formar-se una opinió pròpia que permeti expressar-se críticament sobre problemes relacionats amb la Biologia.	Recollida de la informació de l'actualitat científica sobre els temes que s'estudien durant el bloc temàtic. Cada setmana un dels grups de treball serà l'encarregat de fer aquesta recerca en la premsa escrita. Cada article anirà acompanyat d'un breu comentari sobre les idees principals del text, per què l'han seleccionat i quina implicació social comporta.	Treball a casa
Un món microscòpic	5	-Classificar els diferents tipus de microorganismes en funció de la seva organització cel·lular i descriure les característiques estructurals i funcionals -Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana.	Sessió 1: Presentació del problema, planificació de la feina i recerca d'informació	Aula d'informàtica
			Sessió 2-3: Recerca d'informació i elaboració del treball escrit i de la presentació	Aula d'informàtica
			Sessió 4: Presentacions orals	Aula ordinària
			Sessió 5: Presentacions orals i coavaluació	Aula ordinària
Podem controlar i manipular els microorganismes?	2	-Identificar mètodes de cultiu, aïllament i esterilització de microorganismes. -Relacionar conceptes biològics amb aspectes de la vida quotidiana.	Sessió 1: Presentació del problema planificació i recerca i anàlisi de la informació.	Aula d'informàtica
			Sessió 2: Finalització de la recerca i elaboració d'un mapa conceptual amb CMAPTOOLS (http://cmap.ihmc.us/).	Aula d'informàtica
Estem davant d'una nova epidèmia?	8	-Relacionar els principals microorganismes patògens amb les malalties que originen. -Argumentar la importància de la resistència antibiòtica i l'impacte sanitari i social que comporta. -Dissenyar i realitzar investigacions científiques seguint el mètode científic.	Sessió 1: Visualització d'un vídeo utilitzant l'aplicació EDpuzzle; lectura individual d'un document sobre termes epidemiològics; ompliment d'una taula sobre els principals microorganismes patògens i les malalties que causen.	Aula d'informàtica
			Sessió 2-6: realització del treball de recerca científica al laboratori on els alumnes hauran de determinar quin patògen esta causant la infecció als pacients del cas, quin tractament antibiòtic és el més adient i si es pot parlar d'epidèmia o no.	Laboratori de Ciències Naturals
			Sessió 7: Elaboració d'un informe científic sobre el cas clínic.	Aula d'informàtica

		-Realitzar investigacions científiques al laboratori per adquirir habilitats de treball en aquest espai.	Sessió 8: Presentació dels casos clínics dels diferents grups a un congrés científic i generació d'un debat sobre el problema plantejat.	Aula ordinària
Microorganismes i cicles biogeoquímics	3	-Comprendre la intervenció dels microorganismes en els cicles biogeoquímics. -Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant els coneixements biològics rellevants.	Sessió 1: Presentacions dels problemes, planificació i recerca i anàlisi de la informació..	Aula d'informàtica
			Sessió 2: Finalització de la recerca d'informació i elaboració d'un vídeo (5 min) explicant el procés del cicle biogeoquímic i la intervenció dels microorganismes.	Aula d'informàtica i aula ordinària
			Sessió 3: Visualització dels vídeos i concurs de Vries.	Aula ordinària
Microbiologia: indústria i medi ambient	4	-Comprendre el paper dels microorganismes en els processos industrials i de conservació del medi ambient. -Valorar l'impacte social i econòmic que tenen els microorganismes. -Realitzar investigacions científiques al laboratori -Resoldre problemes que se'ls plantegen en la vida quotidiana, seleccionant i aplicant els coneixements biològics rellevants.	Sessió 1-2: Realització de dues pràctiques de treball experimental al laboratori sobre la implicació dels microorganismes en la indústria alimentària (fermentació làctica i alcohòlica).	Laboratori de Ciències Naturals
			Sessió 3: Plantejament d'un problema sobre la implicació i importància dels microorganismes en la conservació del medi ambient amb l'elaboració d'un mapa conceptual.	Aula d'informàtica
			Sessió 4: Mitjançant el puzzle d'Aronson, es treballaran diferents processos industrials on hi ha implicació de microorganismes. Elaboració d'un esquema de de l'impacte social i econòmic que comporta.	Aula ordinària
Un aspecte, diferents punts de vista	1	-Comprendre les interaccions de la ciència amb la tecnologia i la societat. -Valorar la informació procedent dels mitjans de comunicació per a formar-se una opinió pròpia i els permeti expressar-se críticament sobre problemes actuals relacionats amb la Biologia.	Cada grup realitzarà una selecció de l'article que els pareix més interessant i es prepararà una posada en escena (<i>role playing</i>) de 5 minuts on ha de representar l'impacte social que suposa aquell tema representant totes les parts i opinions implicades. Al finalitzar la representació, s'obrirà un debat a la resta de la classe per que cadascú pugui exposar les seves opinions i defensar les seves valoracions. Cada alumne haurà d'escriure una reflexió personal sobre l'impacte que la Ciència té en la societat.	Aula ordinària

Annex II: Imatges de l'aula virtual

Aula Virtual Biologia 2n BAT

Cerca en aquest lloc

Navegació

- Pàgina d'inici
- Portfoli
- Glossari
- Activitats PAU
- Taller de premsa
- Un món microscòpic
- Podem controlar i manipular microorganismes?
- Estem davant d'una nova epidèmia?
- Microorganismes i cicles biogeoquímics
- Microbiologia: indústria i medi ambient
- Un aspecte, diferents punts de vista
- Avaluació docència
- Mapa del lloc

Pàgina d'inici

Benvinguts a l'aula virtual de l'assignatura de Biologia!

En aquest espai podrem compartit tot el necessari per al desenvolupament de la matèria.

Concretament, en aquest apartat treballarem el bloc IV, dedicat als microorganismes.

Comencem!!!



Aula Virtual Biologia 2n BAT

Cerca en aquest lloc

Navegació

- Pàgina d'inici
- Portfoli
- Glossari**
- Activitats PAU
- Taller de premsa
- Un món microscòpic
- Podem controlar i manipular microorganismes?
- Estem davant d'una nova epidèmia?
- Microorganismes i cicles biogeoquímics
- Microbiologia: indústria i medi ambient
- Un aspecte, diferents punts de vista
- Avaluació docència
- Mapa del lloc

Glossari

En aquesta pàgina heu d'anar realitzant el glossari científic digital.

Com ho farem?

1. Anotar les definicions que vagin apareixent al llarg d'aquest bloc en un document en Google Drive (clicqueu sobre la imatge per accedir).
2. Després de cada sessió un dels grups serà l'encarregat d'elaborar el glossari amb les paraules clau treballades en classe. L'elaboració del glossari serà rotativa i cada sessió un grup diferent serà l'encarregat d'escriure.
3. El grup encarregat de de la tasca haurà de revisar i avaluar si les definicions escrites en les sessions anteriors són correctes i completes.
4. En el cas que no siguin completes les hauran de completar.
5. Quan una entrada hagi seguit revisada per tots els grups es considerarà correcta.
6. Marqueu en aquest [registre](#) si les entrades del glossari són correctes.



Criteris d'avaluació:

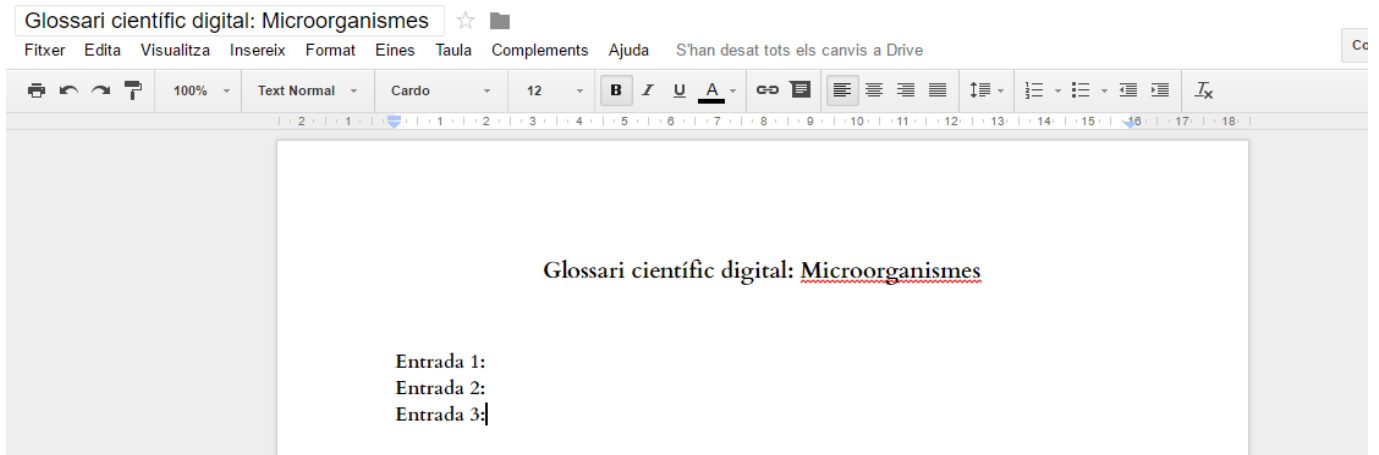
- Elaboració del glossari al dia
- Revisió de les entrades anteriors
- Contingut del glossari sigui complet i precís
- Aquesta activitat té un pes del 10% dins del bloc temàtic
 - El propi glossari: contingut complet i precís (5%)
 - Avaluació als companys (2.5%)
 - Autoavaluació mitjançant el portfoli (2.5%).

Annex III: Fulla d'avaluació als companys**Qüestionari d'avaluació als companys****Nom:****Membres del grup:****C1:****C2:****C3:**

1	2	3	4	5			
Completament en desacord	En desacord	NS/NC	D'acord	Completament d'acord			
Característiques a avaluar					C1	C2	C3
Assistència a les sessions							
S'ha implicat amb l'activitat							
Aporta idees i respecta les aportacions dels companys							
Es respectuós amb els companys							
Li agrada treballar en grup i compartir el seu material							
Està disposat a ajudar als companys							
Ha complert amb el rol assignat de manera satisfactòria							
És positiu davant de les dificultats							
Compleix amb la seva part de la feina							
Compleix amb els terminis d'entrega planificats							
Facilita l'organització de l'equip de treball							
Emptra el diàleg per a solucionar els conflictes							
Permet que tots els membres del grup participen							

Comentaris

Annex IV: Imatges del glossari científic i del full de registre de la correcció de les entrades



	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5		
2	Entrada 1							
3	Entrada 2							
4	Entrada 3							
5								
6								

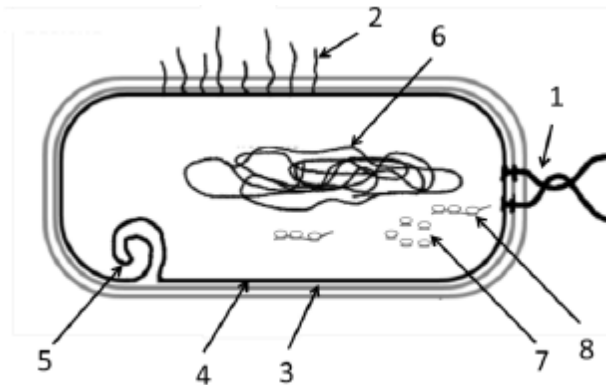
Annex V: Activitats extretes de convocatòries anteriors de proves d'accés a la universitat (PAU)

EXERCICIS PAU BLOC IV: Microorganismes

JULIOL-2015

OPCIÓ A

1. L'esquema exposat a continuació correspon a un bacteri, defineix què és un bacteri, en quin tipus d'hàbitats poden viure, i identifica les estructures que estan assenyalades amb números en l'esquema (3 punts).



3. Defineix què són els microorganismes paràsits, sapròfits i mutualistes (simbiòtics) explicant la seua importància i posa un exemple de cada tipus (3 punts).

OPCIÓ B

2. Explica breument els següents conceptes (3 punts): a) Transformació bacteriana b) Transducció bacteriana c) Conjugació bacteriana

3. Explica la importància biològica dels microorganismes en els següents casos i posa algun exemple de cada un indicant el nom del microorganisme (3 punts): a) Indústria farmacèutica. b) Indústria alimentària. c) Cicles biogeoquímics.

JUNY-2015

OPCIÓ A

1. En relació amb la utilització dels microorganismes en la indústria: Explica el procés mitjançant el qual s'obté el iogurt, el vinagre i la cervesa. Indica, en cada cas, el microorganisme utilitzat (3 punts).

JULIOL-2014

OPCIÓ B

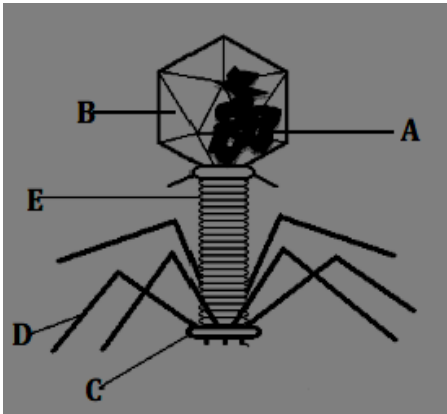
1. Fes un dibuix d'un bacteri i assenyalala'n les estructures. Explica la relació dels bacteris amb l'origen de mitocondris i cloroplasts (6 punts).

JUNY-2014

OPCIÓ A

1. La imatge representa l'esquema d'un virus. Quin tipus de virus és? Identifica cadascuna de les parts

assenyalades (2 punts).



2. Explica en què consisteix el cicle lisogènic dels virus (4 punts).

3. Esmenta dues malalties infeccioses produïdes per agents patògens, indica el microorganisme responsable, el grup a què pertany i la via de contagi (4 punts).

JULIOL-2013

OPCIÓ A

1. Expliqueu l'estructura general dels bacteris (4 punts).

2. Expliqueu breument els conceptes següents (3 punts):

a) Transformació bacteriana b) Transducció bacteriana c) Conjugació bacteriana

3. Expliqueu la importància biològica dels microorganismes en els casos següents i poseu algun exemple de cadascun (3 punts):

a) indústria farmacèutica; b) indústria alimentària; c) cicles biogeoquímics.

OPCIÓ B

1. Definiu els conceptes següents: a) infecció; b) virulència; c) toxina (3 punts)

3. Expliqueu què és un bacteriòfag, un retrovirus i un prió (3 punts).

JUNY-2013

OPCIÓ A

2. Expliqueu breument els processos en què intervenen els microorganismes següents: llevat, *Rhizobium*, *Lactobacillus*, bacteris biodegradants (4 punts).

OPCIÓ B

1. Definiu els conceptes següents:

a) Pròfag b) Plasmidi i c) Bacteriòfag (3 punts).

SET-2012

1. Definiu quin tipus d'organisme són els bacteris i els llevats. Expliqueu breument el seu paper en la indústria alimentària. Citeu, almenys, un exemple, en cada cas (4 punts).

2. Feu un dibuix d'un bacteri i anomeu-ne les estructures. Expliqueu la relació dels bacteris amb l'origen dels mitocondris i dels cloroplasts (6 punts).

3. Citeu quatre malalties infeccioses produïdes per agents patògens i indiqueu l'agent responsable, el grup a què pertany i la via de contagi (4 punts).

JUNY-2012

1. En relació als microorganismes, definiu els conceptes següents:

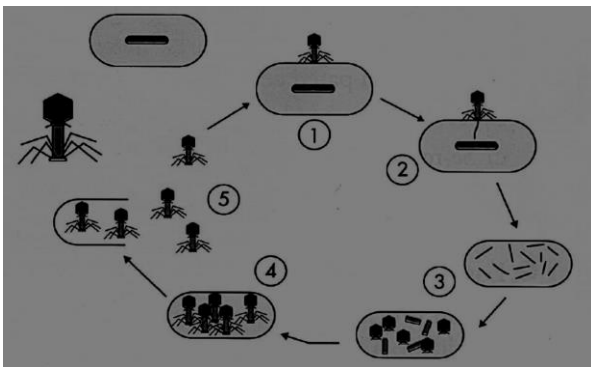
a) virulència i toxina; b) epidèmia i pandèmia; c) patògen i oportunista (3 punts).

SET-2011

1. Explica en què consisteix la fermentació. Cita dos tipus de fermentació d'interès en la producció d'aliments i indica l'organisme responsable (4 punts).
2. Cita tres malalties infeccioses produïdes per agents patògens, indicant l'agent responsable, el grup a què pertany i la via de contagi (3 punts).

JUNY-2011

2. El següent esquema representa la infecció d'una cèl·lula per un virus.



Indica de quina cèl·lula es tracta, de quin virus es tracta i descriu el procés breument (4 punts).

3. Explica la diferència entre (2 punts):

- a) infecció i malaltia
- b) epidèmia i pandèmia

JUNY-2010

1. Expliqueu l'estructura general dels virus. (4 punts)
2. Esmenteu tres exemples de virus i indiqueu el tipus d'àcid nucleic que tenen i la malaltia que produeixen. (3 punts).
3. Expliqueu el cicle vital d'un fag. (3 punts)
4. Relacioneu els elements inclosos en les columnes següents: (3 punts)

1. Bacteris autòtrofs / <i>Bacterias autótrofes</i>	a. Recombinació genètica / <i>Recombinación genética</i>
2. Conjugació / <i>Conjugación</i>	b. Macròfags / <i>Macrófagos</i>
3. Proteïnes / <i>Proteínas</i>	c. Fotosíntesi / <i>Fotosíntesis</i>
4. Fagocitosi / <i>Fagocitosis</i>	d. Anticòssos / <i>Anticuerpos</i>
5. <i>Lactobacillus</i>	e. Iogurt / <i>Yogour</i>
6. <i>Saccharomyces</i>	f. Cervesa / <i>Cerveza</i>

SET-2009

1.- Què s'entén per virulència d'un microorganisme patògen? Expliqueu què són endotoxines i exotoxines. (3p).

JUNY-2009

- 1.- Expliqueu l'estructura general dels bacteris. (4 punts)
- 2.- Expliqueu la importància dels microorganismes en la indústria i esmenteu-ne algun exemple. (3 punts)
- 3.- Relacioneu els bacteris amb l'origen dels mitocondris i dels cloroplasts. (3 punts)

SET-2008

- 1.- Estructura general d'un virus. (3 punts)
- 2.- Explica què és: *a*) un bacteriòfag, *b*) un retrovirus, *c*) un prió. (3 punts)
- 3.- Explica el cicle lític i lisogènic dels virus. (4 punts)

JUNY-2008

1. Defineix els conceptes següents: *a*) plasmidi, *b*) agent mutagen, *c*) mutació. (3 punts)
2. Explica en què consisteix la recombinació genètica en eucariotes. Quina importància té en el procés evolutiu? (4 punts)
3. Quins mecanismes poden utilitzar els bacteris per a intercanviar els gens? Explica'ls breument. (3 punts)
4. Cita tres exemples de microorganismes patògens i indica en cada cas: (3 punts)
1) el tipus de microorganisme *2*) la malaltia que produeix *3*) la via de contagi.

SET-2006

1. Fes un esquema d'un virus i identifica'n els components.
2. Explica el cicle lític i el cicle lisogènic d'un bacteriòfag.
3. Tipus de virus segons l'àcid nucleic.

JUNY-2006

1. Explica l'estructura general dels bacteris.
2. Explica la importància dels microorganismes en la indústria i esmenta'n algun exemple.
3. Relaciona els bacteris amb l'origen dels mitocondris i dels cloroplasts.

Annex VI: Recursos web per on poder començar a treballar el material didàctic 5, un món microscòpic.

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/micro/contenidos.htm> (Consultada 24/05/2016).

<http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/generalidades.html> (Consultada 24/05/2016).

http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3250/3408/html/42_formas_de_reproduccion_bacteriana.html (Consultada 24/05/2016).

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/micro/contenidos6.htm> (Consultada 24/05/2016).

<http://www.biologia.edu.ar/viruslocal/LosVirus.htm> (Consultada 24/05/2016).

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Viroide> (Consultada 24/05/2016).

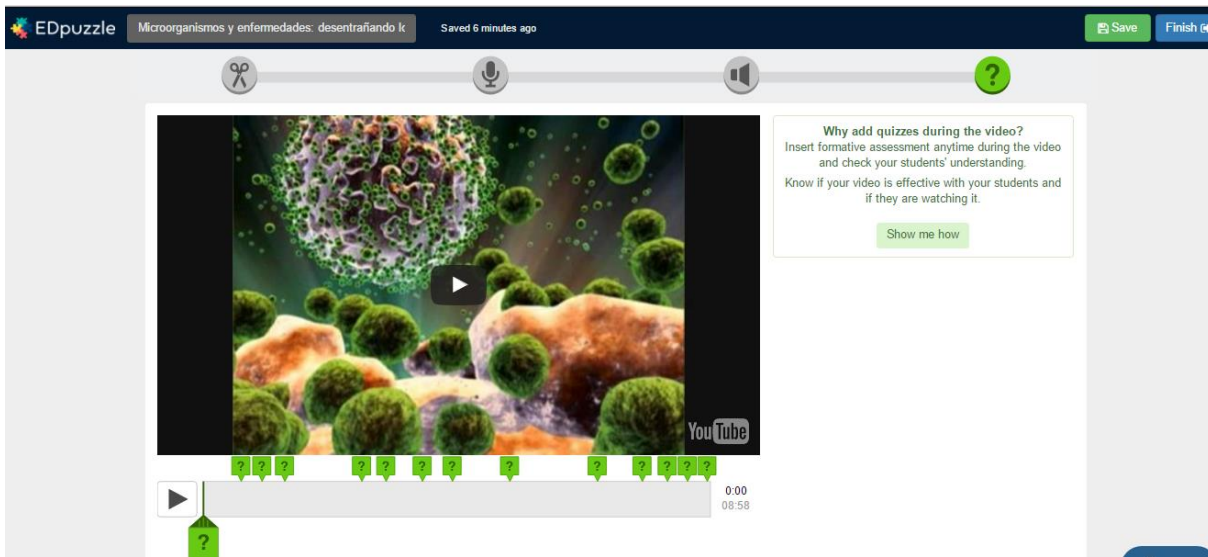
<http://www.elaguapotable.com/Algas%20hongos%20y%20protozoos.pdf> (Consultada 24/05/2016).

<http://www.gencat.cat/ics/germanstrias/cas/priones.htm> (Consultada 24/05/2016).

http://www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com_content&view=article&id=492&Itemid=660 (Consultada 24/05/2016).

<http://ies.rayuela.mostoles.educa.madrid.org/deptos/dbiogeo/recursos/Apuntes/ApuntesBioBach2/6-Micro/tipos.htm> (Consultada 24/05/2016).

Annex VII: Imatges del vídeo amb l'aplicació EDpuzzle i imatge del text sobre terminologia d'epidemiologia (material didàctic 7)



SALUD EN EMERGENCIAS Y DESASTRES



Ministerio de Salud
Presidencia de la Nación

Tel.: 54-11-4379-9000
Av. 9 de Julio 1925 (C1073ABA)
Buenos Aires - República Argentina

INICIO
RIESGOS Y AMENAZAS
INFORMACIÓN PARA COMUNICADORES
INFORMACIÓN PARA CIUDADANOS
RECURSOS
SITIOS DE INTERÉS

Epidemias, brotes y pandemias



Definiciones básicas sobre epidemias, brotes y pandemias

Durante una epidemia muchas personas de una región o país se infectan al mismo tiempo con una enfermedad, por ejemplo la gripe durante la época invernal.

Un brote epidémico es la aparición de una epidemia en un área geográfica reducida y durante un corto lapso de tiempo.

Una **pandemia** es una epidemia que se extiende en distintos países y continentes. Durante una pandemia hay un alto grado de infectabilidad y un fácil traslado de la enfermedad de un sector geográfico a otro.

Recursos de comunicación

DESPUÉS DE LAS INUNDACIONES

RECOMENDACIONES PARA EL GUARDADO DE LA SALUD

Ingresar

Recursos para Equipos

SALUD, COMUNICACIÓN Y DESASTRES

GUÍA BÁSICA PARA LA COMUNICACIÓN DE RIESGO EN ARGENTINA

Ingresar

Accesos directos

Annex VIII: Disseny de les mostres i els microorganismes a treballar en el material didàctic 7

En la següent taula es representen els microorganismes i el seu patró de PFGE contindrà cadascuna de les mostres que analitzaran els diferents grups.

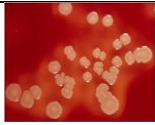


Grup	Pacient 1		Pacient 2		Pacient 3	
	Sang	Orina	Sang	Orina	Sang	Orina
1	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A) <i>P. fluorescens</i> (PF-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-B)
2	-	<i>S. aureus</i> (SA-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)
3	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	-	<i>P. fluorescens</i> (PF-B)	<i>S. aureus</i> (EC-B)	-
4	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A) <i>S. aureus</i> (SA-C)	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)
5	-	<i>E. coli</i> (EC-C)	<i>S. aureus</i> (SA-D)	-	<i>E. coli</i> (EC-A)	<i>E. coli</i> (EC-A)

Tots els grups tindran el algun dels pacients sinó en tots la mateixa soca d'*E. coli*, que serà la clau per a que després dels experiments els alumnes decideixin si es tracta d'una epidèmia o no.

Per a preparar les mostres s'adquirirà sang comercial i sèrum fisiològic que simularà l'orina. Les soques microbiològiques que s'empraran són les següents, extretes de la Col·lecció Espanyola de Cultius Tipus (CECT) i aptes per a l'ús en docència (www.cect.org/):

- *Pseudomonas fluorescens* CECT 378
- *Escherichia coli* CECT 101
- *Staphylococcus aureus* CECT 8753

Els resultats de les probes bioquímiques per aquests microorganismes es representen en la següent taula:

Proba	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. fluorescens</i>
Morfologia colònies			
Tinció Gram	Gram positiu	Gram negatiu	Gram negatiu
Catalasa	Positiu		
Oxidasa	Negatiu	Negatiu	Positiu
DNAsa	Positiu	-	-
Lactosa	-	Positiu	Negatiu
Triple sucre	-	Positiu, gas	Negatiu
Indol	-	Positiu	Negatiu
Cítrat	-	Negatiu	Positiu



Annex IX: Fulla d'observacions, taula d'identificació d'espècies bacterianes i taules EUCAST de resistència antibiòtica (Material didàctic 7)

Fulla de recollida d'observacions

Pacient	Colònia i mostra	Característiques macroscòpiques		Característiques microscòpiques	Proves bioquímiques	PFGE	Identificació
		Agar sang	McConkey				



Pacient	Colònia i mostra	Característiques macroscòpiques		Característiques microscòpiques	Proves bioquímiques	PFGE	Identificació
		Agar sang	McConkey				

Taula de resultats i interpretació dels antibiogrames

Microorganisme:

Antibiòtic	Halo (mm)	Interpretació Sensible-S; resistent-R

Microorganisme:

Antibiòtic	Halo (mm)	Interpretació Sensible-S; resistent-R

Microorganisme:

Antibiòtic	Halo (mm)	Interpretació Sensible-S; resistent-R

Taula d'identificació d'espècies bacterines Gram negatives.

Microorganisme	Glucosa		Lactosa	Sucrosa	Arabinosa	Manitol	Oxidasa	Urea	Arginina	Lisina	Ornitina	Indol	Roig metil	Citrat
	Gas	Àcid												
<i>Citrobacter freundii</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
<i>Proteus vulgaris</i>	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Serratia marcescens</i>	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Shigella flexneri</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Shigella sonnei</i>	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+
<i>Acinetobacter baumannii</i>	nf	+	+	-	nf	-	+	v	nf	nf	nf	-	-	+
<i>Aeromonas hydrophila</i>	nf	+	-	+	-	+	+	-	+	v	v	+	nf	+
<i>Vibrio cholerae</i>	-	+	v	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+

nf: no encontrat

v: variable

+: positiu

-: negatiu

Taules d'interpretació dels antibiogrames

***Staphylococcus* spp.**

EUCAST Clinical Breakpoint Tables v. 6.0, valid from 2016-01-01

Disk diffusion (EUCAST standardised disk diffusion method)
Medium: Mueller-Hinton agar
Inoculum: McFarland 0.5
Incubation: Air, 35±1°C, 18±2h
Reading: Read zone edges as the point showing no growth viewed from the back of the plate against a dark background illuminated with reflected light (except for benzylpenicillin and linezolid, see below).
Quality control: *Staphylococcus aureus* ATCC 29213

Penicillins ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Benzylpenicillin, <i>S. aureus</i>	0.125 ¹	0.125 ¹	1 unit	26 ^{A,B}	26 ^{A,B}	<p>Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.</p> <p>1/A. Most staphylococci are penicillinase producers, which are resistant to benzylpenicillin, phenoxymethylpenicillin, ampicillin, amoxicillin, piperacillin and ticarcillin. Isolates negative for penicillinase and susceptible to methicillin can be reported susceptible to these agents. Isolates positive for penicillinase and methicillin susceptible are susceptible to beta-lactamase inhibitor combinations and isoxazolylic penicillins (oxacillin, cloxacillin, dicloxacillin and flucloxacillin). Methicillin resistant isolates are, with few exceptions, resistant to all beta-lactam agents. 2/C. No currently available method can reliably detect penicillinase production in coagulase-negative staphylococci. 3/D. Ampicillin susceptible <i>S. saprophyticus</i> are <i>mecA</i>-negative and susceptible to ampicillin, amoxicillin and piperacillin (without or with a beta-lactamase inhibitor). 4. <i>S. aureus</i>, <i>S. lugdunensis</i> and <i>S. saprophyticus</i> with oxacillin MIC values >2 mg/L are mostly methicillin resistant due to the presence of the <i>mecA</i> or <i>mecC</i> gene. The corresponding oxacillin MIC for coagulase-negative staphylococci other than <i>S. saprophyticus</i> and <i>S. lugdunensis</i> is >0.25 mg/L.</p>
Benzylpenicillin, <i>S. lugdunensis</i>	0.125 ¹	0.125 ¹	1 unit	26 ^A	26 ^A	
Benzylpenicillin, Coagulase-negative staphylococci	- ²	- ²		Note ^C	Note ^C	
Ampicillin, <i>S. saprophyticus</i>	Note ^{1,3}	Note ^{1,3}	2	18 ^{A,D}	18 ^{A,D}	
Ampicillin-sulbactam	Note ^{1,3}	Note ^{1,3}		Note ^{A,D}	Note ^{A,D}	
Amoxicillin	Note ^{1,3}	Note ^{1,3}		Note ^{A,D}	Note ^{A,D}	
Amoxicillin-clavulanic acid	Note ^{1,3}	Note ^{1,3}		Note ^{A,D}	Note ^{A,D}	
Piperacillin	Note ^{1,3}	Note ^{1,3}		Note ^{A,D}	Note ^{A,D}	
Piperacillin-tazobactam	Note ^{1,3}	Note ^{1,3}		Note ^{A,D}	Note ^{A,D}	
Ticarcillin	Note ¹	Note ¹		Note ^A	Note ^A	

Fluoroquinolones ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Ciprofloxacin²	1	1	5	20 ^A	20 ^A	<p>Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.</p> <p>1. For breakpoints for other fluoroquinolones (e.g. pefloxacin and enoxacin), refer to breakpoints set by national breakpoint committees. 2. Breakpoints are based on high dose therapy (oral dose of 750 mg x 2, iv dose of 400 mg x 3). 3. Breakpoints are based on high dose therapy (400 mg x 2). A. The norfloxacin disk diffusion test can be used to screen for fluoroquinolone resistance. See Note B. B. Isolates categorised as susceptible to norfloxacin can be reported susceptible to ciprofloxacin, levofloxacin, moxifloxacin and ofloxacin. Isolates categorised as non-susceptible should be tested for susceptibility to individual agents.</p>
Levofloxacin	1	2	5	22 ^A	19 ^A	
Moxifloxacin	0.5	1	5	24 ^A	21 ^A	
Nalidixic acid (screen)	NA	NA		NA	NA	
Norfloxacin (screen)	NA	NA	10	17 ^B	Note ^B	
Ofloxacin³	1	1	5	20 ^A	20 ^A	

Aminoglycosides ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Amikacin ² , <i>S. aureus</i>	8	16	30	18	16	1. Aminoglycoside breakpoints are based on once-daily administration. of high aminoglycoside dosages. Most often aminoglycosides are given in combination with beta-lactam agents. 2. Resistance to amikacin is most reliably determined by testing with kanamycin (MIC >8 mg/L). <u>For <i>S. aureus</i>, the corresponding zone diameter is <18 mm.</u>
Amikacin ² , Coagulase-negative staphylococci	8	16	30	22	19	
Gentamicin, <i>S. aureus</i>	1	1	10	18	18	
Gentamicin, Coagulase-negative staphylococci	1	1	10	22	22	
Netilmicin, <i>S. aureus</i>	1	1	10	18	18	
Netilmicin, Coagulase-negative staphylococci	1	1	10	22	22	
Tobramycin, <i>S. aureus</i>	1	1	10	18	18	
Tobramycin, Coagulase-negative staphylococci	1	1	10	22	22	

Glycopeptides and lipoglycopeptides ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Dalbavancin ²	0.125 ^{3,4}	0.125 ³		Note ^A	Note ^A	1. Glycopeptide MICs are method dependent and should be determined by broth microdilution (reference ISO 20776). <i>S. aureus</i> with vancomycin MIC values of 2 mg/L are on the border of the wild type distribution and there may be an impaired clinical response. The resistant breakpoint has been reduced to 2 mg/L to avoid reporting "GISA" isolates intermediate as serious infections with "GISA" isolates are not treatable with increased doses of vancomycin or telicoplanin. 2. Non-susceptible isolates are rare or not yet reported. <u>The identification and antimicrobial susceptibility test result on any such isolate must be confirmed and the isolate sent to a reference laboratory.</u> 3. MICs must be determined in the presence of polysorbate-80 (0.002% in the medium for broth dilution methods; agar dilution methods have not been validated). Follow the manufacturers' instructions for commercial systems. 4. <u><i>S. aureus</i> isolates susceptible to vancomycin can be reported susceptible to dalbavancin and oritavancin.</u> 5. MRSA isolates susceptible to vancomycin can be reported susceptible to telavancin. A. Disk diffusion is unreliable and cannot distinguish between wild type isolates and those with non- <i>vanA</i> -mediated glycopeptide resistance.
Oritavancin, <i>S. aureus</i> ²	0.125 ^{3,4}	0.125 ³		Note ^A	Note ^A	
Telicoplanin, <i>S. aureus</i> ²	2	2		Note ^A	Note ^A	
Telicoplanin, Coagulase-negative staphylococci ²	4	4		Note ^A	Note ^A	
Telavancin, MRSA ²	0.125 ^{3,5}	0.125 ³		Note ^A	Note ^A	
Vancomycin, <i>S. aureus</i> ²	2	2		Note ^A	Note ^A	
Vancomycin, Coagulase-negative staphylococci ²	4	4		Note ^A	Note ^A	

Tetracyclines	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Doxycycline	1 ¹	2 ¹		Note ^A	Note ^A	1/A. Isolates susceptible to tetracycline are also susceptible to doxycycline and minocycline, but some resistant to tetracycline may be susceptible to minocycline and/or doxycycline. An MIC method should be used to test doxycycline susceptibility of tetracycline resistant isolates if required. 2. Non-susceptible isolates are rare or not yet reported. <u>The identification and antimicrobial susceptibility test result on any such isolate must be confirmed and the isolate sent to a reference laboratory.</u> 3. For tigecycline broth microdilution MIC determination, the medium must be prepared fresh on the day of use.
Minocycline	0.5 ¹	1 ¹	30	23 ^A	20 ^A	
Tetracycline	1 ¹	2 ¹	30	22 ^A	19 ^A	
Tigecycline ²	0.5 ³	0.5 ³	15	18	18	

Enterobacteriaceae

EUCAST Clinical Breakpoint Tables v. 6.0, valid from 2016-01-01

Disk diffusion (EUCAST standardised disk diffusion method)
 Medium: Mueller-Hinton agar
 Inoculum: McFarland 0.5
 Incubation: Air, 35±1°C, 18±2h
 Reading: Read zone edges as the point showing no growth viewed from the back of the plate against a dark background illuminated with reflected light.
 Quality control: *Escherichia coli* ATCC 25922. For control of the inhibitor component of beta-lactam inhibitor-combination disks, use either *Escherichia coli* ATCC 35218 or *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603.

Penicillins ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Benzympenicillin	-	-	-	-	-	1/A. Wild type Enterobacteriaceae are categorised as susceptible to aminopenicillins.
Ampicillin	8 ¹	8	10	14 ^{A,B}	14 ^B	Some countries prefer to categorise wild type isolates of <i>E. coli</i> and <i>P. mirabilis</i> as intermediate. When this is the case, use the MIC breakpoint S ≤ 0.5 mg/L and the corresponding zone diameter breakpoint S ≥ 50 mm.
Ampicillin-sulbactam	8 ^{1,2}	8 ²	10-10	14 ^{A,B}	14 ^B	2. For susceptibility testing purposes, the concentration of sulbactam is fixed at 4 mg/L.
Amoxicillin	8 ¹	8	-	Note ^C	Note ^C	3. For susceptibility testing purposes, the concentration of clavulanic acid is fixed at 2 mg/L.
Amoxicillin-clavulanic acid	8 ^{1,3}	8 ³	20-10	19 ^{A,B}	19 ^B	4. For susceptibility testing purposes, the concentration of tazobactam is fixed at 4 mg/L.
Amoxicillin-clavulanic acid (uncomplicated UTI only)	32 ^{1,3}	32 ³	20-10	16 ^{A,B}	16 ^B	5/D. Mecillinam (pivmecillinam) breakpoints relate to <i>E. coli</i>, <i>Klebsiella</i> spp. and <i>P. mirabilis</i> only.
Piperacillin	8	16	30	20	17	B. Ignore growth that may appear as a thin inner zone on some batches of Mueller-Hinton agars.
Piperacillin-tazobactam	8 ⁴	16 ⁴	30-6	20	17	C. Susceptibility inferred from ampicillin.
Ticarcillin	8	16	75	23	23	D. Ignore isolated colonies within the inhibition zone for <i>E. coli</i> .
Ticarcillin-clavulanic acid	8 ³	16 ³	75-10	23	23	

Carbapenems ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Doripenem	1	2	10	24	21	1. The carbapenem breakpoints for Enterobacteriaceae will detect all clinically important resistance mechanisms (including the majority of carbapenemases). Some isolates that produce carbapenemase are categorised as susceptible with these breakpoints and should be reported as tested, i.e. the presence or absence of a carbapenemase does not in itself influence the categorisation of susceptibility. Carbapenemase detection and characterisation are recommended for public health and infection control purposes.
Ertapenem	0.5	1	10	25	22	
Imipenem ²	2	8	10	22	16	
Meropenem	2	8	10	22	16	2. Low-level resistance is common in <i>Morganella</i> spp., <i>Proteus</i> spp. and <i>Providencia</i> spp.

Monobactams	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Aztreonam ¹	1	4	30	24	21	1. The aztreonam breakpoints for Enterobacteriaceae will detect clinically important resistance mechanisms (including ESBL). Some isolates that produce beta-lactamases are susceptible or intermediate to aztreonam with these breakpoints and should be reported as tested, i.e. the presence or absence of an ESBL does not in itself influence the categorisation of susceptibility. ESBL detection and characterisation are recommended for public health and infection control purposes.



Fluoroquinolones	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Ciprofloxacin	0.5	1	5	22	19	1. There is clinical evidence for ciprofloxacin to indicate a poor response in systemic infections caused by <i>Salmonella</i> spp. with low-level ciprofloxacin resistance (MIC >0.06 mg/L). The available data relate mainly to <i>Salmonella</i> Typhi but there are also case reports of poor response with other <i>Salmonella</i> species. A. Tests with a ciprofloxacin 5 µg disk will not reliably detect low-level resistance in <i>Salmonella</i> spp. To screen for ciprofloxacin resistance in <i>Salmonella</i> spp., use the pefloxacin 5 µg disk. See Note B. B. Susceptibility of <i>Salmonella</i> spp. to ciprofloxacin can be inferred from pefloxacin disk diffusion susceptibility.
Ciprofloxacin, <i>Salmonella</i> spp. ¹	0.06	0.06		Note ^A	Note ^A	
Pefloxacin (screen), <i>Salmonella</i> spp. ¹	NA	NA	5	24 ^B	24 ^B	
Levofloxacin	1	2	5	22	19	
Moxifloxacin	0.5	1	5	20	17	
Nalidixic acid (screen)	NA	NA		NA	NA	
Norfloxacin	0.5	1	10	22	19	
Ofloxacin	0.5	1	5	22	19	

Aminoglycosides ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Amikacin	8	16	30	18	15	1. Aminoglycoside breakpoints are based on once-daily administration of high aminoglycoside dosages. Most often aminoglycosides are given in combination with beta-lactam agents.
Gentamicin	2	4	10	17	14	
Netilmicin	2	4	10	15	12	
Tobramycin	2	4	10	17	14	

***Pseudomonas* spp.**

EUCAST Clinical Breakpoint Tables v. 6.0, valid from 2016-01-01

Disk diffusion (EUCAST standardised disk diffusion method)
 Medium: Mueller-Hinton agar
 Inoculum: McFarland 0.5
 Incubation: Air, 35±1°C, 18±2h
 Reading: Read zone edges as the point showing no growth viewed from the back of the plate against a dark background illuminated with reflected light.
 Quality control: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. For control of the inhibitor component of beta-lactam inhibitor-combination disks, use either *Escherichia coli* ATCC 35218 or *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603.

Penicillins	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Benzylpenicillin	-	-		-	-	1. Breakpoints are based on high dose therapy (4 g x 4, with or without tazobactam). 2. For susceptibility testing purposes, the concentration of tazobactam is fixed at 4 mg/L. 3. Breakpoints are based on a dose of at least 3 g x 4, with or without clavulanic acid. 4. For susceptibility testing purposes, the concentration of clavulanic acid is fixed at 2 mg/L.
Ampicillin	-	-		-	-	
Ampicillin-sulbactam	-	-		-	-	
Amoxicillin	-	-		-	-	
Amoxicillin-clavulanic acid	-	-		-	-	
Piperacillin ¹	16	16	30	18	18	
Piperacillin-tazobactam ¹	16 ²	16 ²	30-6	18	18	
Ticarcillin ³	16	16	75	18	18	
Ticarcillin-clavulanic acid ³	16 ⁴	16 ⁴	75-10	18	18	

Carbapenems	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Doripenem ¹	1	2	10	25	22	1. Breakpoints are based on high dose therapy (1 g administered over 4 h x 3). 2. Breakpoints are based on high dose therapy (1 g x 4).
Ertapenem	-	-	-	-	-	
Imipenem ²	4	8	10	20	17	
Meropenem	2	8	10	24	18	

Monobactams	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Aztreonam	1	16	30	50	16	

Fluoroquinolones	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Ciprofloxacin	0.5	1	5	25	22	
Levofloxacin	1	2	5	20	17	
Moxifloxacin	-	-	-	-	-	
Nalidixic acid (screen)	NA	NA	-	NA	NA	
Norfloxacin	-	-	-	-	-	
Oxfloxacin	-	-	-	-	-	

Aminoglycosides ¹	MIC breakpoint (mg/L)		Disk content (µg)	Zone diameter breakpoint (mm)		Notes Numbered notes relate to general comments and/or MIC breakpoints. Lettered notes relate to the disk diffusion method.
	S ≤	R >		S ≥	R <	
Amikacin	8	16	30	18	15	1. Aminoglycoside breakpoints are based on once-daily administration of high aminoglycoside dosages. Most often aminoglycosides are given in combination with beta-lactam agents.
Gentamicin	4	4	10	15	15	
Netilmicin	4	4	10	12	12	
Tobramycin	4	4	10	16	16	

Annex X: Texts per a treballar en el puzzle d'Aronson (material didàctic 9)**Text 1: BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE ANTIBIÓTICOS****Adaptat de “El Cuaderno de porque Biotecnologia” edició n° 51**

La mayoría de las personas conoce acerca de la existencia de antibióticos, y su empleo es un hecho frecuente en el mundo entero hace varios años. La biotecnología, por su parte, se considera un desarrollo reciente. Sin embargo, la biotecnología se encuentra presente en la vida cotidiana más de lo que la gente se imagina, hace muchos años. Por ejemplo, pocos conocen la relación que existe entre los antibióticos y la biotecnología. De hecho, la producción de antibióticos que se inició a mediados del siglo XX, se considera la primera aplicación de la biotecnología a la vida cotidiana de las personas.

La biotecnología se define tradicionalmente como “el empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre”. Actualmente, la biotecnología moderna emplea técnicas de ingeniería genética, e incluye la producción de proteínas recombinantes, el mejoramiento de cultivos vegetales y del ganado, el empleo de organismos para limpiar el medio ambiente, y otras aplicaciones industriales”. De lo anterior se desprende que los antibióticos para uso humano que se obtienen a partir de los microorganismos son productos biotecnológicos, y se consideran la primera aplicación de la biotecnología a la industria farmacéutica.

¿Qué son los antibióticos?

Los antibióticos en un principio involucraban productos del metabolismo de hongos y bacterias, capaces de inhibir en pequeñas dosis los procesos vitales de ciertos microorganismos, destruyendo o impidiendo su desarrollo y reproducción.

Los antibióticos naturales son productos del metabolismo secundario de ciertos microorganismos provenientes del suelo, como los hongos del género *Penicillium* o las bacterias del género *Streptomyces*. El metabolismo secundario comienza cuando el microorganismo detiene su crecimiento por alguna razón (por ejemplo, por agotamiento de nutrientes), y los intermediarios metabólicos o productos finales comienzan a acumularse dentro de la célula. Estos intermediarios y productos finales pueden resultar tóxicos, y por eso la célula los convierte en productos menos tóxicos, como los antibióticos.

La producción y secreción de las sustancias antibióticas no afectan al microorganismo productor, y le ofrecen una ventaja desde el punto de vista de la supervivencia ya que le permiten colonizar ambientes con más eficacia que sus competidores.

Antibióticos sintéticos y semi-sintéticos

En la actualidad no sólo se fabrican antibióticos naturales, es decir, a partir del cultivo a gran escala de microorganismos, sino que también hay antibióticos sintéticos y semi-sintéticos. Los antibióticos sintéticos se producen en el laboratorio a través de procesos de síntesis química, como es el caso de las sulfamidas. Otros antibióticos se obtienen a partir de cultivos microbianos y luego se modifican químicamente. Éstos últimos son los antibióticos semi-sintéticos, como por ejemplo, la ampicilina, derivada de la penicilina.

¿Qué tipo de antibióticos existen?

Los antibióticos pueden clasificarse tomando en cuenta diferentes criterios:

- Según su mecanismo de acción, algunos antibióticos impiden la síntesis de la pared celular de los microorganismos, otros alteran la membrana plasmática, y la mayor parte de ellos inhiben la síntesis de ácidos nucleicos o proteínas.
- Según la estructura química se diferencian las penicilinas, cefalosporinas, aminoglucósidos, tetraciclinas, sulfamidas u otros.

- Según su espectro de acción, es posible dividirlos en agentes de amplio espectro, que actúan frente a multitud de bacterias, y agentes de espectro restringido que solo actúan frente a algunos tipos de bacterias.

Alexander Fleming y el descubrimiento de la penicilina

La penicilina es el antibiótico que revolucionó el tratamiento de las infecciones bacterianas, como la neumonía, sífilis, tuberculosis y gangrena, y dio origen a la industria farmacéutica. El descubrimiento de la penicilina fue un hecho casual, que se debe al trabajo de Alexander Fleming, bacteriólogo del Hospital St. Mary de Londres, quien estaba interesado en el desarrollo de métodos de profilaxis y asepsia. Mientras se encontraba trabajando con bacterias del tipo estafilococos observó que una de las placas de cultivo había sido contaminada por un hongo. Decepcionado, pero sorprendido, Fleming observó que alrededor del hongo se formaba un enorme halo sin bacterias. Era evidente que el hongo (que luego se supo era de la especie *Penicillium notatum*) producía “algo” capaz de matar a las bacterias. Fleming llamó a este principio activo “penicilina notatum”. El 1929 publicó sus experimentos, aunque no despertó el interés de la comunidad científica.

En 1938 fueron los ingleses Howard Walter Florey y Ernst Boris Chain quienes retomaron las investigaciones de Fleming, aislaron la penicilina y realizaron los experimentos claves en ratones. Los ensayos clínicos se iniciaron en 1941, y en 1943 comenzó la producción comercial en Estados Unidos. Fleming compartió en 1945 el Premio Nobel de Fisiología y Medicina con Florey y Chain por sus contribuciones al desarrollo de la penicilina.

Fabricación industrial de la penicilina

El hongo utilizado industrialmente para la producción de penicilina es *Penicillium chrysogenum*. El primer sistema de producción de penicilina fue el conocido como “método de superficie”, donde el hongo crecía en la superficie de una capa de medio de cultivo en bandejas. Pero después de 1944, el desarrollo del método de “fermentación sumergida” permitió disminuir los requerimientos de espacio y, consecuentemente, los costos de producción.

Los fermentadores para la producción de penicilina alcanzan los 20.000 a 115.000 litros de capacidad. El medio de cultivo para la fermentación se compone básicamente de un caldo de maíz, con el agregado de lactosa y compuestos inorgánicos. Después de ajustar el pH (4,5-5,0), el medio de cultivo se pasa al fermentador equipado con un agitador vertical y con un sistema de inyección de aire estéril y serpentinas para mantener la temperatura entre 23 y 25 °C. El hongo se introduce estérilmente y se inicia la fermentación, durante la cual el aire estéril permite el crecimiento del hongo y la agitación facilita su distribución en el fermentador. Después de unas 50 a 90 horas la tasa de crecimiento del hongo disminuye, el fermentador se enfría a 5 °C para prevenir la desestabilización del antibiótico y el hongo se separa por filtración. La penicilina se extrae posteriormente empleando solventes, se concentra, se esteriliza por filtración y luego el producto se cristaliza y se envasa.

En búsqueda de nuevos antibióticos

La búsqueda de nuevos antibióticos es probablemente más urgente en la actualidad que en los tiempos de Fleming, ya que muchos antibióticos que fueron alguna vez altamente efectivos han perdido utilidad frente a los organismos patógenos. Este hecho es el resultado de un proceso por el cual los microorganismos desarrollan resistencia frente a antibióticos que en el pasado les resultaban letales.

Si bien los antibióticos son compuestos químicos producidos naturalmente por los microorganismos, y la adquisición de resistencia a los antibióticos también es un proceso natural en los seres vivos, se considera que el hombre ha influido en este acontecimiento evolutivo. Se cree que el uso indiscriminado de antibióticos por parte del hombre, ha acelerado el proceso de selección natural por el cual las bacterias más resistentes se han visto beneficiadas frente a las más sensibles. Estas cepas resistentes sobreviven a la presencia del antibiótico y pueden propagarse exitosamente.

Conscientes del riesgo que significa que los antibióticos sean inocuos para los microorganismos patógenos, diferentes centros de investigación o compañías farmacéuticas en todo el mundo realizan extensas búsquedas de microorganismos o de nuevas moléculas antibióticas con diferentes mecanismos de acción.

Además, la industria farmacéutica está interesada en encontrar antibióticos más baratos y más seguros para la salud humana, ya que algunos de los existentes, aunque efectivos, presentan efectos colaterales indeseables. Los nuevos antibióticos generalmente se obtienen por modificación química de los que ya se usan, para otorgarles nuevas propiedades. Sin embargo, el mayor desafío es encontrar antibióticos completamente nuevos.

Mejoramiento de los antibióticos

Los productos del metabolismo secundario, como los antibióticos, suelen generarse en concentraciones muy bajas. Es por eso que una vez elegidas las bacterias productoras, se busca la manera de mejorarlas en el laboratorio para transformarlas en “superproductoras”.

Una de las técnicas empleadas para lograrlo es la mutagénesis, que introduce cambios azarosos en el ADN que pueden favorecer o acelerar la síntesis del antibiótico. Otra alternativa es, una vez conocidas las enzimas que participan en la síntesis del antibiótico, dirigir la mutación a los genes que codifican para estas enzimas para que trabajen más y fabriquen más producto. Otra técnica que se puede emplear es la ingeniería genética para aumentar el número de copias de los genes que codifican para las enzimas que intervienen en la producción del antibiótico. De esta forma se fabricará, a partir de una misma célula, más cantidad del producto final. Finalmente, la ingeniería genética permite también transferir los genes de las enzimas mencionadas a organismos más fáciles de crecer y manipular, como *Escherichia coli*, para que éstos produzcan el antibiótico deseado.

Text 2: PROTEÍNAS RECOMBINANTES

Adaptat de “El Cuaderno de porque Biotecnología” edició nº 49

Las herramientas de la biotecnología

Durante la segunda mitad del siglo XX se lograron importantes avances en la biología, que fueron esenciales para el desarrollo de la biotecnología. Uno de los más importantes fue la determinación de la estructura de doble hélice del ADN. Este hecho, que les valió a los investigadores James Watson y Francis Crick el premio Nobel de medicina en 1962, permitió comprender cómo el ADN determina los caracteres de un individuo y cómo se transmiten de una generación a la siguiente. A partir de este hecho se pudo conocer que todos los organismos, desde los más simples hasta los más complejos, tienen un código genético común. Esto significa que el ADN de un organismo está “escrito” en un código que puede ser interpretado y traducido por las células de otros organismos. Se conoció que la información genética en todas las células se traduce a proteínas, componentes fundamentales que desempeñan una gran diversidad de funciones. Entre ellas las enzimas, que son proteínas que catalizan (aceleran) reacciones químicas en los seres vivos. A comienzos de los años 70 se descubrieron diversas enzimas en bacterias y virus, que fueron de gran ayuda para la biotecnología. Entre ellas:

- Endonucleasas de restricción: enzimas bacterianas que reconocen secuencias específicas del ADN, y cortan la cadena cada vez que esta secuencia aparece. Existen endonucleasas de restricción que cortan el ADN en diferentes puntos.
- ADN ligasas: enzimas que “pegan” fragmentos de ADN.
- Transcriptasas inversas: enzimas virales que puede invertir la dirección normal de la transferencia de información. Normalmente, la información genética contenida en el ADN se transcribe a una molécula de ARN (ácido ribonucleico) y luego se traduce a una proteína. La transcriptasa inversa sintetiza ADN a partir del ARN.

En ingeniería genética o tecnología del ADN recombinante, se utilizan estas enzimas para cortar y aislar un gen determinado -que tiene información para fabricar una proteína particular- e introducirlo en las células

de un organismo distinto del inicial. En consecuencia, este organismo tendrá ADN recombinante a partir del cual fabricará una nueva proteína. A la proteína producida a partir de ADN recombinante se la denomina proteína recombinante.

Producción de proteínas recombinantes humanas

La recombinación de genes humanos en el ADN de bacterias es una de las posibilidades que ofrece la biotecnología, y que posibilita obtener proteínas humanas con fines terapéuticos. Por ejemplo, insulina humana obtenida a partir de la bacteria *Escherichia coli*. Esta técnica es de gran valor porque las bacterias se reproducen rápidamente y pueden duplicar su número cada 20 minutos. De esta forma se pueden obtener en poco tiempo muchas copias del gen humano inserto en el ADN bacteriano, y producir grandes cantidades de proteínas recombinantes.

A escala industrial, la producción de proteínas recombinantes involucra las siguientes etapas:

- Fermentación: las bacterias son cultivadas en tanques sellados (fermentadores) que contienen un medio de cultivo nutritivo.
- Extracción: las células son centrifugadas para recuperar las proteínas de su interior.
- Purificación: se separa la proteína recombinante de las otras proteínas bacterianas.
- Formulación: la proteína recombinante es modificada para conseguir una forma estable y estéril que puede administrarse terapéuticamente.

Cada una de las fases de la elaboración implica un manejo muy cuidadoso de los materiales y un estricto control de calidad para optimizar la extracción, la pureza, la actividad y la estabilidad del fármaco. Dependiendo del producto y del tipo de célula utilizada, la producción de proteínas recombinantes puede ser un proceso simple o más complejo. Aunque la complejidad del proceso aumentaría el costo final del producto, el valor nunca sobrepasará al gasto de aislar el compuesto desde su fuente original (por ejemplo, obtención de insulina a partir de páncreas de porcinos o bovinos) para llegar a cantidades medicinales.

Productos biotecnológicos destinados a la salud humana

La ingeniería genética permite que numerosas proteínas potencialmente terapéuticas, que antes se producían solo en pequeñas cantidades, puedan elaborarse en grandes cantidades. En el 2010 existían más de 200 proteínas aprobadas en USA y UE para su uso clínico, y cientos de genes de proteínas terapéuticas que se han expresado a nivel de laboratorio y que están intentando demostrar su adecuación clínica.

La tabla que aparece a continuación enumera una diversidad de proteínas recombinantes que hoy se comercializan y emplean como fármacos para el tratamiento de diversas patologías en humanos. También pueden producirse antígenos y anticuerpos como proteínas recombinantes, que se emplean en la confección de kits o sistemas de diagnóstico de diversas enfermedades.

PRODUCTO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	INDICACIÓN TERAPÉUTICA
Factores de coagulación		
Factor VIII	Cultivo de células de mamífero	Hemofilia A
Factor IX	Cultivo de células de mamífero	Hemofilia B
Factor VIIa	Cultivo de células de mamífero	Ciertas formas de hemofilia
Anticoagulantes		
Activador del plasminógeno tisular	Cultivo de células de mamífero	Infarto de miocardio
Activador del plasminógeno tisular	<i>E. coli</i>	Infarto de miocardio
Hirudina	Levaduras	Trombocitopenia y prevención de trombosis
Hormonas		

Insulina	Levaduras y <i>E. coli</i>	Diabetes mellitus
Hormona de crecimiento	<i>E. coli</i>	Deficiencia de la hormona en niños, acromegalia, síndrome de Turner
Folículo-estimulante	Cultivo de células de mamífero	Infertilidad, anovulación y superovulación
Paratiróidea	<i>E. coli</i>	Osteoporosis
Gonadotrofina coriónica	Cultivo de células de mamífero	Reproducción asistida
Tirotrofina	Cultivo de células de mamífero	Detección /tratamiento de cáncer de tiroides
Luteinizante	Cultivo de células de mamífero	Ciertas formas de infertilidad
Calcitonina	<i>E. coli</i>	Enfermedad de Paget
Glucagon	Levaduras	Hipoglucemia
Factores hematopoyéticos		
Eritropoyetina (EPO)	Cultivo de células de mamífero	Anemia
Factor estimulante de colonias de granulocitos/macrófagos (GM-CSF)	<i>E. coli</i>	Neutropenia, trasplante autólogo de médula
Interferón e interleuquinas		
Interferón alfa (IFN alfa)	<i>E. coli</i>	Hepatitis B y C, distintos tipos de cáncer
Interferón beta (IFN beta)	Cultivo de células de mamífero	Esclerosis múltiple
Interferón gamma (IFN gamma 1b)	<i>E. coli</i>	Enfermedad granulomatosa crónica
Interleuquina 2 (IL-2)	<i>E. coli</i>	Cáncer de riñón
Vacunas		
Anti-hepatitis B	Levaduras	Inmunización contra la hepatitis B
Anti-hepatitis A	Levaduras	Inmunización contra la hepatitis A
Anti-enfermedad de Lyme	<i>E. coli</i>	Inmunización contra la enfermedad de Lyme
Anticuerpos monoclonales recombinantes		
Anti-IgE (recombinante)	Cultivo de células de mamífero	Asma
Anti-TNF (recombinante)	Cultivo de células de mamífero	Artritis reumatoidea
Anti-IL2	Cultivo de células de mamífero	Prevención del rechazo agudo de trasplante de riñón
Proteínas morfogénicas de hueso		
Dibotermia alfa	Cultivo de células de mamífero	Fractura abierta de la tibia
Enzimas Recombinantes		
Alglucosidasa alfa	Cultivo de células de mamífero	Enfermedad de Pompe
Velaglucerasa alfa	Cultivo de células de mamífero	Enfermedad de Gaucher
Otros productos recombinantes		
Proteína morfogénica del hueso-2	Cultivo de células de mamífero	Fractura de tibia
Galactosidasa	Cultivo de células de mamífero	Enfermedad de Fabry (deficiencia en alfa-galactosidasa)
Iaronidasa	Cultivo de células de mamífero	Mucopolisacaridosis
Proteína C	Cultivo de células de mamífero	Sepsis severa
Beta-glucocerebrosidasa	<i>E. coli</i>	Enfermedad de Gaucher
DNAsa	Cultivo de células de mamífero	Fibrosis quística

Fuente: Nature Biotechnology, 2010, Sep;28(9):917-24. doi: 10.1038/nbt0910-917.

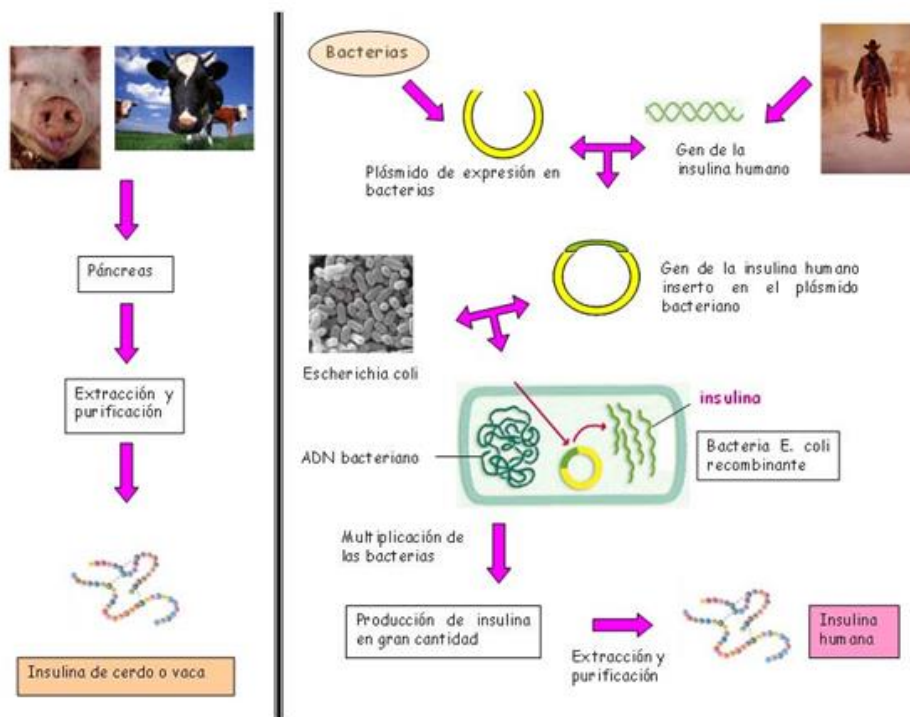
La insulina: estructura y función

La insulina es una hormona producida por el páncreas. Tiene una estructura proteica y su función consiste en regular la concentración de glucosa en la sangre. Sin la insulina, la glucosa se acumula en la sangre hasta que alcanza niveles elevados y puede causar diferentes complicaciones en el funcionamiento del organismo. Esta es la enfermedad conocida como diabetes mellitus. Cuando la diabetes es causada por una escasa o nula producción de insulina, se puede regular el nivel de glucosa en la sangre (glucemia) mediante la administración exógena de insulina.

En 1921, los fisiólogos canadienses Frederick G. Banting y Charles H. Best extrajeron por primera vez la insulina del tejido pancreático de perros, y en 1923 la insulina estaba comercialmente disponible en los Estados Unidos. Luego, la insulina para diabéticos se obtuvo a partir de páncreas de cerdos o vacas, que aunque es biológicamente activa en humanos, no es idéntica a la humana, de modo que se pueden producir algunos problemas de reacciones inmunes adversas.

La insulina recombinante

La insulina es el primer caso de proteína producida por ingeniería genética aprobada para uso en humanos desde 1982. En la actualidad, varios laboratorios farmacéuticos producen insulina humana, tanto a partir de bacterias como de levaduras, y sin ningún riesgo para la salud. En la siguiente figura, se muestra un esquema general de la obtención de insulina a partir de páncreas de vacas o cerdos, y mediante ingeniería genética.



Si bien estos son los pasos a seguir para la obtención de insulina recombinante, si se inserta en el plásmido bacteriano el gen entero de la insulina, se obtendría como resultado la preproinsulina. Para evitar estas dificultades se sintetizan químicamente las secuencias de ADN correspondiente a las cadenas polipeptídicas A y B que se insertan separadamente en un gen bacteriano. Los plásmidos recombinantes se introducen en bacterias *E. coli*, donde se multiplican. Una vez purificadas las dos cadenas, se unen mediante una reacción que forma puentes disulfuro (de azufre) y se obtiene insulina humana pura. El producto final, la insulina humana biosintética, es idéntica en todos los aspectos a la insulina purificada del páncreas humano.

Text 3: BIOTECNOLOGÍA Y MEDICINA: VACUNAS TRADICIONALES Y VACUNAS DE NUEVA GENERACIÓN

Adaptat de “El Cuaderno de porque Biotecnología” edició nº 29

Un poco de historia...

El Mundo Antiguo se vio azotado por enfermedades que se extendían velozmente, y causaban gran mortandad. Sólo unos pocos lograban sobrevivir a enfermedades como la fiebre amarilla, la peste negra, la difteria, el tifus, la tuberculosis y la viruela.

La vacunación junto con medidas de higiene como la potabilización del agua, fueron un aporte fundamental en la prevención y control de las enfermedades infecciosas. Aunque hubo intentos previos de practicar cierta forma de inoculación, el primer diseño racional de una vacuna fue realizado hacia fines del siglo XVIII por Edward Jenner. Este médico rural inglés había notado que muchas personas que estaban en contacto con vacas sufrían una enfermedad propia de estos animales, similar a la viruela humana pero más leve. El dato más interesante era que las personas que contraían la viruela vacuna luego no se enfermaban de viruela humana, una enfermedad que causaba la muerte o dejaba a la persona con cicatrices imborrables en su cuerpo. Entonces Jenner diseñó un experimento que realizó en 1796: extrajo pus de una ampolla de una ordeñadora que había contraído viruela vacuna, e inoculó a un niño saludable de 8 años. El niño desarrolló una enfermedad leve, pero sin complicaciones. Dos meses más tarde Jenner inoculó al niño con material proveniente de viruela humana y, tal como se esperaba, no contrajo la enfermedad. A este proceso se lo denominó vacunación (proveniente del término “vaca”).

Sobre el final del siglo XX, el advenimiento de las técnicas de la biología molecular dieron un nuevo impulso a las vacunas de subunidades, y comenzó a producirse la vacuna contra la hepatitis B mediante el empleo de levaduras, lo que constituyó la primera vacuna desarrollada mediante técnicas de biología molecular. Actualmente las técnicas abarcan un rango mucho más amplio, que va desde la atenuación convencional a la inoculación de ADN, pasando por la producción de antígenos en plantas y bacterias comestibles.

Mecanismo de acción de las vacunas

Durante más de un siglo y medio los intentos por obtener preparados similares a la vacuna contra la viruela fracasaron. Para lograrlo fueron fundamentales los aportes del médico bacteriólogo Robert Koch, quien en 1876 formuló una serie de postulados en los que vinculó la aparición de una enfermedad con un agente infeccioso. Basado en estos postulados, Luis Pasteur en 1885 describió una metodología que permitía, a partir de una enfermedad infecciosa, diseñar una vacuna para prevenirla. El método de Pasteur consistió en calentar los cultivos de bacterias y luego inocularlos a los animales. Así desarrolló vacunas contra el cólera de las gallinas, el bacilo de carbunco y la rabia.

En la actualidad existe una gran cantidad de vacunas que otorgan protección contra infecciones bacterianas o virales, y son preparadas a base del agente infeccioso, pero en un estado no patogénico, es decir que no causa la enfermedad. Si bien estas vacunas son muy eficaces, presentan algunas dificultades ya que se requieren medidas muy estrictas para asegurar la completa inactivación o la atenuación adecuada del agente patógeno, y además implica el manejo en el laboratorio de microorganismos patógenos. Con el correr del tiempo y de las investigaciones se comprendió que no es necesaria la presencia de los microorganismos enteros para la inmunización y que alcanza con introducir alguno de sus componentes que desencadene la respuesta inmune. Esto dio origen a las vacunas de subunidades, que consisten en el uso de sólo una fracción del microorganismo, en lugar del microorganismo completo. Estas vacunas fueron introducidas en los 1920's, siendo las primeras la del tétano y la difteria.

Por lo tanto, las vacunas tradicionales pueden estar constituidas por:

- El agente causante de la enfermedad vivo pero atenuado (disminuido en su capacidad de desencadenar la enfermedad).
- El agente patógeno entero muerto.
- Fracciones del agente patógeno (proteínas llamadas antígenos)

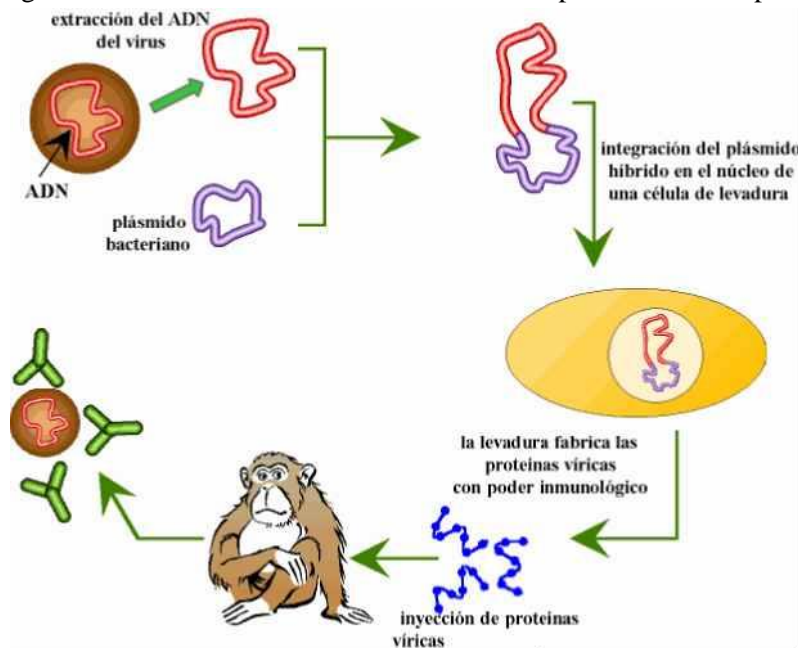
Cualquiera sea el tipo de vacuna utilizada, todas funcionan bajo el mismo principio: cuando se administra la vacuna se estimula la respuesta inmune. Esto implica un mecanismo complejo en el que intervienen los linfocitos B y los T (dos tipos de glóbulos blancos de la sangre) capaces de reconocer el agente extraño y responder a su presencia mediante la síntesis de anticuerpos destinados a eliminarlo. Una vez eliminado el agente contenido en la vacuna, el organismo conserva células llamadas linfocitos “memoria” que reaccionan rápida y eficientemente ante la exposición futura al mismo tipo de patógeno en su estado natural, antes de que la persona pueda contraer la enfermedad. Es decir que las vacunas son un método preventivo.

Vacunas de nueva generación

Si bien el diseño de las vacunas de subunidades representó un gran avance, ya que evita el riesgo de inocular microorganismos enteros, en un comienzo esta estrategia no solucionaba el inconveniente de cultivar microorganismos potencialmente patógenos en el laboratorio. Entonces, la posibilidad de manipular los genes y prescindir de los microorganismos patógenos dio impulso a una nueva generación de vacunas. Con el estudio de la estructura y función del ADN y el desarrollo de técnicas de biología molecular en la década de los 80s se comenzaron a desarrollar las vacunas recombinantes y las vacunas de ADN. Para el diseño de estas vacunas se parte del conocimiento detallado del genoma del patógeno.

Las nuevas vacunas pueden ser de tipo:

- Recombinante: se aíslan y se clonan los genes que codifican para las proteínas que provocan la respuesta inmune (el antígeno) y se introducen mediante técnicas de ingeniería genética en un huésped alternativo no patógeno (bacterias, levaduras o células de mamíferos) para que lo produzca en cantidad en el laboratorio. Mediante esta técnica surge en 1986 la primera vacuna recombinante que consiste en la producción de un antígeno del virus causante de la hepatitis B dentro de levaduras.
- ADN desnudo: se utiliza directamente una porción del ADN purificado que codifique para la proteína que estimula la respuesta inmune. Es decir que no se utiliza un microorganismo para fabricar el antígeno, sino que el gen se introduce directamente en el individuo y las propias células del individuo sintetizan el antígeno que desencadena la respuesta inmune.
- Atenuada: se eliminan o inactivan selectivamente, mediante técnicas de ingeniería genética, los genes de virulencia de un agente infeccioso manteniendo la habilidad de provocar una respuesta inmune.



La vacuna recombinante contiene proteínas (antígenos) del organismo patógeno, que fueron fabricadas en gran cantidad en el laboratorio, dentro de un organismo no patógeno (levaduras en este caso). Al inyectarla desencadena la respuesta inmune que eliminará al agente extraño portador de esa proteína extraña.

Vacunas comestibles

La posibilidad de expresar los antígenos en bacterias, levaduras, en células de animales, o en células de plantas, ha llevado a la idea de un nuevo tipo de inmunización: vacunas comestibles. La idea es desarrollar una manzana, una banana o un yogurt que posea como única diferencia con los productos que se consumen habitualmente la presencia de una proteína capaz de desencadenar la respuesta inmune. Esto podría solucionar un gran problema que enfrenta actualmente la vacunación a gran escala, que consiste en las dificultades de acceso, distribución y conservación de las vacunas cuando deben ser suministradas en lugares remotos.

En el futuro las nuevas vacunas podrían producirse en plantas transgénicas. El objetivo es producir ciertas proteínas inmunogénicas (antígenos) en las plantas y después usar el tejido vegetal como vacunas comestibles para seres humanos o en animales. Se ha demostrado que esta idea es viable usando diversas proteínas bacterianas y virales. Los antígenos expresados en plantas transgénicas han inducido la respuesta inmune cuando fueron administrados tanto con inyecciones como por vía oral en animales de laboratorio. También dieron buenos resultados las pruebas clínicas realizadas en voluntarios humanos en las cuales los antígenos consumidos por vía oral a partir de tejido vegetal fueron capaces de inducir una importante respuesta inmune. Por esta razón se considera que las vacunas preparadas en plantas tienen un gran potencial. La siguiente tabla resume algunas de las plantas transgénicas que expresan antígenos y que están en estudio para utilizarse como vacunas para seres humanos o animales:

Vacuna	Organismo productor	Vía de administración	Destinatarios
Cólera	Papa	Oral	Seres humanos
Hepatitis B	Lechuga	Oral	Seres humanos
Rabia	Tomate	Oral	Seres humanos
Gastroenteritis	Maíz	Oral	Cerdos
Fiebre aftosa	Alfalfa	Oral	Ganado

Las vacunas comestibles presentan importantes ventajas ya que pueden ser cultivadas localmente, utilizando para ello los cultivos tradicionales de una región, lo que permitiría el acceso masivo a la vacunación. Otra ventaja de esta forma de inmunización aún en experimentación, es que las vacunas comestibles podrían ser administradas en forma oral, lo que evitaría los molestos pinchazos y, más importante aún, el uso de jeringas no esterilizadas que aún ocurre en algunos países.

Ejemplos de vacunas comestibles:

Crean por ingeniería genética una vacuna para combatir las alergias: Ensayaron con éxito una vacuna generada por ingeniería genética y basada en el polen de abedul, para el tratamiento de alergias. Las alergias estacionales afectan a un cuarto de la población que vive en países industrializados. Los tratamientos actuales consisten en exponer a los pacientes a los alérgenos naturales, con los riesgos consecuentes de reacciones alérgicas y efectos colaterales que pueden ser severos. Para superar este problema, el Dr. Rudolf Valenta y sus colegas de la Universidad de Medicina de Viena usaron la ingeniería genética para crear una vacuna hipoalérgica basada en el polen. Esta vacuna fue luego probada en pacientes, con éxito. Para crear la vacuna, se concentraron en el principal alérgeno del polen de abedul, y alteraron al gen correspondiente de tal manera que la proteína resultara 100 veces menos alérgica que la original. Luego se la administraron a más de cien personas alérgicas al polen de abedul, a través de ocho inyecciones aplicadas antes del período de floración. Valenta y sus colegas encontraron que las personas vacunadas presentaban altos niveles de anticuerpos denominados inmunoglobulinas G (IgG), que inhiben las reacciones alérgicas. Lo más importante es que las vacunas convencionales no generan la misma respuesta. Según los investigadores, esta estrategia, basada en ingeniería genética, servirá para el desarrollo de otras vacunas hipoalérgicas.

Tomates transgénicos contra la gripe aviar: Los tomates genéticamente modificados podrían ser un arma en la lucha contra la gripe aviar. La científica australiana Amanda Walmsley, de la Universidad Monash de Melbourne, está fabricando una vacuna contra el virus H5N1 en tomates. La Dra. Walmsley, quien acaba de volver de Estados Unidos a su país, integró el grupo que desarrolló la primera vacuna en plantas para prevenir

enfermedades de las aves. Era una vacuna contra la enfermedad de Newcastle, y se produjo en plantas de tabaco. En este caso Walmsley está introduciendo un gen del virus H5N1 en plantas de tomate, para fabricar a la proteína viral correspondiente en gran escala. Al inyectar a las aves con esta proteína, quedarían protegidas ante el contacto con el virus H5N1. Los investigadores planean, en esta primera etapa, hacer una vacuna inyectable para luego pasar a métodos alternativos más ventajosos, como la vacunación oral o por inhalación. La gripe aviar ya se ha propagado por 37 países, en tres continentes, infectando a 175 personas, de las cuales 96 fallecieron. La gran mayoría de estos casos se debieron a la exposición a las aves infectadas. En este sentido, una vacuna como ésta evitaría la infección en aves impidiendo el contagio a las personas.

Text 4: LOS INSECTOS QUE AFECTAN A LAS PLANTAS

Adaptat de “El Cuaderno de porque Biotecnología” edició nº 131

Se han descrito recientemente casi un millón de especies de insectos en el planeta, de los cuales casi la mitad se alimentan de plantas. En los 400 millones de años de co-evolución entre plantas e insectos, los insectos han desarrollado diferentes estrategias de alimentación herbívora. A su vez, las plantas han co-evolucionado desarrollando numerosos mecanismos de defensa contra el ataque de los insectos. En la actualidad, se estima que las pérdidas en la producción agrícola debido al ataque de insectos, se encuentran entre un 20% y un 40% de las cosechas. Si bien existen métodos para el manejo integrado de plagas, hoy en día la biotecnología moderna tiene un papel fundamental en el desarrollo de nuevas tecnologías para hacer frente al ataque de las plantas por los insectos.

Existen diversos grupos de insectos que afectan y atacan a las plantas, entre ellos:

- Los Coleópteros: comprende a escarabajos y gorgojos y corresponde al orden más grande en el reino animal (representan el 40% de los insectos. Algunos Coleópteros son insectos controladores, como la mariquita (*Coccinella septempunctata*), mientras que otros son insectos-plaga (por ejemplo los pertenecientes al género *Diabrotica*).
- Los Lepidópteros: es el segundo grupo más importante de insectos. La mayoría de los insectos de este grupo son insectos plaga. Tanto los individuos adultos como las larvas devoran hojas, flores y frutos, y producen importantes pérdidas económicas a la agricultura. Un ejemplo de insecto de este grupo es el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). En su estadio larvario o de oruga se puede alimentar de hojas y tallos de la planta de maíz produciendo galerías dentro de los tallos. Estas galerías destruyen los haces vasculares de la planta provocando una pérdida en el rendimiento. Además, indirectamente, esto produce un debilitamiento de la planta que puede causar que los tallos se quiebren.
- Los Dípteros: a este grupo pertenecen las moscas y los mosquitos. Si bien la mayoría son controladores biológicos o insectos benéficos (mosca *Archytas marmoratus*, usada en la caña de azúcar), existen algunos que son insectos plaga, como la mosca de la fruta o mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*). Esta mosca, debido a su gran adaptabilidad y a su amplio rango de plantas a las que puede atacar (cítricos, principalmente naranjas y mandarinas, frutos de carozo, frutos de pepita, y otros cultivos), es una de las plagas más destructivas del mundo. Por lo general, las hembras adultas depositan sus huevos en las frutas y una vez que nacen se alimentan de la pulpa del fruto causando su descomposición.
- Los Sternorrhyncha: incluye a las moscas blancas, los pulgones y cochinillas.

Estrategias de alimentación de los insectos

Conocer las diferentes formas en que los insectos se alimentan de las plantas permite desarrollar controles y estrategias de combate. De acuerdo con la fisiología y la morfología de sus piezas bucales, las estrategias de alimentación pueden variar significativamente. Los insectos herbívoros se pueden alimentar de hojas, tallos, frutos, raíces, granos e, incluso, de savia y néctar. Según los hábitos alimenticios de los insectos, se los agrupa en masticadores, chupadores, minadores y barrenadores.

Mecanismos de defensa de las plantas

A lo largo de los años las plantas han desarrollado una gran variedad de barreras de defensa, constitutivas e inducibles, para reducir el daño por el ataque de los insectos. Estas estrategias incluyen tanto barreras físicas (capas de cera, cutícula vegetal, tricomas y espinas) como barreras moleculares (metabolitos secundarios y proteínas).

Las barreras físicas de mayor importancia son:

- Pared celular: las células vegetales tienen una pared celular que contiene, en muchos casos, una sustancia llamada lignina. La lignina es el compuesto mayoritario en la madera y en muchas paredes celulares. La lignina actúa como una barrera de defensa dificultando el ataque de insectos masticadores.
- Sustancias grasas: muchas veces se observan plantas con hojas brillantes. Estas hojas poseen sustancias grasas como la cutina, la suberina y las ceras que se depositan en la pared vegetal promoviendo la inhibición de la alimentación y de la oviposición de ciertos insectos.
- Tricomas: son células de la epidermis que se encuentran en la parte aérea de las plantas. Se especializan en la protección física y química contra organismos herbívoros. Por ejemplo, los tricomas de las plantas de soja (*Glycine max*) evitan que los huevos de insectos alcancen la epidermis de las hojas y, como consecuencia, una vez que las larvas nacen, se mueren de hambre ya que no tienen alimento disponible. Los tricomas con forma de garfio de las plantas de chauchas (*Phaseolis vulgaris*) atraviesan los cuerpos de las orugas a medida que se mueven en la superficie de la hoja. También existen tricomas glandulares en las plantas de tomate y papa que secretan aceites capaces de repeler áfidos y otros insectos.
- Espinas: son hojas modificadas que actúan como barrera física frente al ataque de insecto herbívoro.
- Resinas: se producen en la corteza de los árboles y evitan el ataque de ciertos insectos barrenadores que atacan la corteza.

Además de las barreras físicas, las plantas tienen mecanismos de defensas que como respuesta final producen compuestos tóxicos, repelentes o anti-digestivos para los insectos. Estos mecanismos se encuentran altamente regulados y son inducidos cuando la planta es atacada. En primer lugar, las plantas deben ser capaces de distinguir las heridas producidas por daños mecánicos de las heridas generadas por el ataque de insectos herbívoros. Se cree que las células vegetales han evolucionado desarrollando la habilidad de percibir patrones y moléculas sintetizadas por los insectos.

Una vez que las plantas detectan que están siendo atacadas por insectos, reconfiguran rápidamente su metabolismo induciendo una cascada de señales que terminan en la síntesis de diversos compuestos de defensa. Entre los cambios celulares que se producen cabe destacar la incorporación de iones calcio al medio intracelular, la activación de proteínas quinasas, la producción de especies reactivas del oxígeno y del nitrógeno y el aumento en la concentración de ciertas hormonas vegetales.

Consecuencias del ataque de insectos en las plantas

Muchas veces los daños que producen los insectos en las plantas pueden ayudar a identificar el tipo de plaga que las está afectando. En general estos daños dependen del tipo de alimentación del insecto. Como se comentó previamente, estos organismos pueden atacar y dañar hojas, tallos, raíces, flores, frutos, semillas y hasta tejidos internos. Las consecuencias del ataque de insectos en las plantas varían según la severidad del daño y según la estructura vegetal afectada.

Tanto plantas, como árboles y arbustos pueden ser atacados en las diversas estructuras que presentan sus follajes. Muchos organismos masticadores y minadores dañan a las plantas mediante la defoliación y la alimentación de sus hojas. Los daños que se producen pueden ser muy diversos, pero las consecuencias son muy similares. Por ejemplo, la reducción de la capacidad de realizar la fotosíntesis, la alteración de los procesos de transpiración, la disminución en el transporte de nutrientes, el retardo en el crecimiento y finalmente la posible muerte de la planta. Los insectos barrenadores y chupadores también son transmisores (vectores) de varias enfermedades que afectan a las plantas, especialmente de varias especies de virus y bacterias. Además, los daños que producen son una vía de entrada para hongos y otros patógenos. Por últimos, están los insectos que afectan y dañan las flores, los frutos y las semillas de ciertas plantas, y las destruyen por completo para

consumir su tejido interno. Frecuentemente, este tipo de daños conlleva a la descomposición y a la caída prematura de flores y frutos, disminuyendo el potencial reproductivo. Un ejemplo de este tipo de insectos es la mosca de la fruta o del Mediterráneo.

Controles en la agricultura

Frente a la amenaza que representan los insectos para la agricultura, el ser humano ha desarrollado numerosas estrategias de control, prevención y defensa de los cultivos. Las técnicas más utilizadas van desde el manejo tradicional del control de plagas hasta el desarrollo de plantas resistentes a insectos por técnicas de ingeniería genética. Algunas de las metodologías que hoy en día se ponen en práctica para combatir el ataque de insectos en las plantas son las siguientes:

Manejo tradicional

A lo largo de la historia de la agricultura el hombre ha desarrollado diversos métodos para enfrentar las plagas que afectan a los cultivos. Comúnmente este tipo de métodos se denominan “manejo integrado de plagas” e incluyen el control preventivo, el control manual o mecánico, el control biológico y el control químico.

El manejo preventivo, también llamado manejo cultural, consiste en manipular el campo para hacerlo menos favorable a la aparición y supervivencia de plagas mediante la preparación del terreno, el buen manejo de malezas, la planificación de la época de siembra y de riego, y la rotación de cultivos. De esta manera se trata de destruir los reservorios de poblaciones de insectos antes y después de sembrar. Además, esta práctica interrumpe los movimientos de las plagas y hace más vigorosa a la planta de forma que pueda resistir el ataque de estos organismos y evita fechas de plantación que sean favorables para el desarrollo de los insectos.

El manejo mecánico es uno de los controles más difíciles de realizar, sobre todo si el área productiva es muy extensa. Consiste en la remoción de una plaga, con la mano o con alguna herramienta, en sus estados de huevo, de larva o de adulto. Además se intenta retirar del campo las plantas enfermas o las partes vegetales afectadas por los insectos. Esta estrategia se implementa especialmente en cultivos de café y plátanos, y es muy eficiente aunque es altamente intensiva en mano de obra y muy costosa.

Otro control tradicional emplea otros organismos vivos para enfrentar a las plagas. Se llama control biológico y utiliza insectos beneficiosos que se alimentan o completan su ciclo de vida a costa de otros insectos. Existen los insectos benéficos depredadores y los parasitoides. Los benéficos depredadores se alimentan directamente de un insecto (como las mariquitas o las baquitas de San Antonio que se alimentan de pulgones). Los parasitoides se alojan dentro de un insecto y lo comen hasta matarlo. El control biológico incluye otras metodologías como es el uso de insecticidas biológicos, que tienen como principal agente activo a un microorganismo o a un derivado de él. En general los plaguicidas biológicos causan enfermedades en los insectos o los matan mediante la liberación de compuestos tóxicos. El ejemplo más conocido es el uso de la bacterias *Bacillus thuringiensis* (Bt). Esta bacteria es utilizada como insecticida microbiano ya que se caracteriza por la producción de proteínas cristalinas (proteínas Cry) que matan de forma selectiva a un grupo específicos de insectos. Este insecticida se presenta como formulados vivos en agua, en aceite emulsionantes o en polvos. Al aplicar las bacterias al cultivo, éstas quedan sobre la superficie de la planta y son ingeridas por los insectos que comen el follaje. Una vez dentro del sistema digestivo, las bacterias liberan las toxinas Cry que se activan y se adhieren al epitelio intestinal. Esto provoca la parálisis del sistema digestivo del insecto, que deja de alimentarse y muere a los pocos días. La aplicación de las bacterias, vía aérea o terrestre, tiene su máxima eficacia contra larvas jóvenes de insectos. Esta bacteria es inofensiva para el hombre, mamíferos y otros animales como pájaros.

Por último se encuentra el control químico, que utiliza productos sintéticos para combatir el ataque de plagas. Los plaguicidas sintéticos son elaborados a través de un proceso de síntesis química y usualmente son mezclas o formulaciones de varias sustancias que desempeñan funciones específicas. Los insecticidas químicos son poco selectivos y afectan por igual tanto a plagas como a insectos benéficos. Además se pueden

acumular en el medio ambiente por mucho tiempo y puede afectar a otras especies no blanco (otros animales, hombre, etc.).

Biotecnología y resistencia a insectos

Durante los últimos años, el hombre ha venido desarrollando diversas estrategias biotecnológicas que han permitido el menor uso de insecticidas, la disminución en los costos de producción, y mayores beneficios para el ambiente y para la salud de productores y consumidores. Si bien se han obtenido unas 100 especies vegetales genéticamente modificadas resistentes a insectos, sólo se han aprobado unas pocas.

La estrategia biotecnológica más ampliamente usada y comercializada para el desarrollo de cultivos resistentes a insectos es la tecnología Bt. Esta tecnología se basa en la expresión de genes derivados de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que codifican toxinas específicas para ciertos tipos de insectos (lepidópteros y/o coleópteros). Como se explicó anteriormente, estas toxinas denominadas proteínas Cry se activan en el sistema digestivo del insecto, se adhieren a su epitelio intestinal y provocan la parálisis de su sistema digestivo. Esto trae como consecuencia la indigestión del organismo, quien deja de alimentarse y muere a los pocos días. Mediante técnicas de ingeniería genética se ha podido desarrollar plantas que expresan estas toxinas en sus propios tejidos a partir de los cuales se alimentan los insectos.

El primer cultivo transgénico resistente a insectos fue un maíz Bt que expresaba una proteína Cry (Cry1A (b)) que le confería resistencia a lepidópteros, en especial a las larvas de la polilla *Diatraea saccharalis*. Actualmente, se han aprobado otros cultivos resistentes a insectos que expresan otras toxinas Cry que permiten ampliar el espectro de control de muchas otras plagas. Además del maíz, se han aprobado plantas transgénicas Bt de algodón, papa, batata, arroz y árboles de álamo.

También se han identificado otras toxinas producidas por la bacteria *Bacillus thuringiensis* que presentan actividad insecticida. Estas proteínas se denominan Cyt y VIP (proteínas insecticidas vegetativas). Las primeras se producen durante la esporulación de la bacteria y las segundas durante su crecimiento. Hasta el momento, no hay eventos comerciales de ambas toxinas.

Existen otros genes identificados que se pueden utilizar como posibles fuentes para la generación de resistencia contra insectos. Son genes que codifican para inhibidores de proteasas (IP), proteínas de origen vegetal que presentan resistencia a una amplia gama de insectos (lepidópteros, coleópteros y dípteros). Las proteínas IPs son parte del sistema de defensa de las plantas y actúan interfiriendo con el proceso digestivo de los insectos susceptibles afectando su crecimiento y desarrollo. El primer ejemplo desarrollado para estas proteínas fue un arroz genéticamente modificado que expresaba genes inhibidores de tripsina proveniente de la planta de caupí. Si bien hasta el momento no se han aprobado ninguna planta con genes IP, se han transformado varias especies vegetales (arroz, tabaco, tomate y colza). El principal motivo del fracaso en el desarrollo de estas plantas es que se ha observado que estas proteínas no siempre actúan efectivamente como sustancias antinutritivas y muchas veces sus efectos son menores respecto de las proteínas Bt.

Finalmente, se han encontrado otros genes de resistencia a insectos de origen vegetal que actúan en los mecanismos de defensa de las plantas frente al ataque de insectos. Entre ellos, los inhibidores de alfa amilasas y lectinas de ciertas legumbres. La toxicidad de las alfa amilasas ocurre mediante la inhibición de la digestión de hidratos de carbono y la toxicidad de las lectinas es mediante la interacción con glicoproteínas intestinales del insecto. Al igual que los inhibidores de proteasas, hasta el día de hoy no hay cultivares genéticamente aprobados que expresen esas proteínas.

Refugios y cultivos Bt

Los cultivos Bt desarrollados para el control de plagas han sido un éxito en la agricultura. Sin embargo, su eficacia se ve reducida cuando los insectos generan resistencia. Es por eso que siempre se debe considerar la aplicación de refugios dentro de los cultivares. Los refugios son una pequeña área del campo donde se siembra un pequeño porcentaje del cultivo no Bt. Estas zonas proveen las condiciones óptimas para la supervivencia y

el desarrollo de insectos susceptibles a las plantas Bt. De esta manera se evita la aparición de insectos resistentes ya que se “diluyen” por cruzamiento y reproducción con individuos susceptibles.

Otra estrategia para evitar la aparición de individuos resistentes es el apilamiento de genes. En este caso la planta expresa dos toxinas que tienen como blanco a un mismo tipo de insecto. Se ha demostrado que la acción combinada de varios genes que codifican proteínas tóxicas resulta en un aumento en los niveles de resistencia comparado a lo esperado por el aporte de cada uno de ellos por separado. Esto se puede aplicar tanto a genes Bt como a genes que codifican otras proteínas con actividad insecticida.

Annex XI: Fulla d'avaluació de la docència**Qüestionari d'avaluació docent**

Contesta de manera sincera a les següents qüestions sobre aspectes docents del bloc de Microbiologia: el món dels microorganismes i la seva aplicació. La teva resposta m'ajudarà a millorar la pràctica docent!

- 1: Completament en desacord
 2: En desacord
 3: Ni en desacord ni en acord
 4: D'acord
 5: Completament d'acord

El nom d'usuari (**al338188@uji.es**) quedarà registrat quan envieu aquest formulari. No sou **al338188**? [Tanqueu la sessió](#)

1. Els objectius de l'activitat estan clars des de el començament de l'activitat

Maqueu només un oval.

	1	2	3	4	5	
Completament en desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completament d'acord

2. Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Els criteris d'avaluació de l'activitat estan clars des de el començament de l'activitat

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. El temps dedicat a cada activitat és suficient per a la seva realització

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Els problemes treballats han despertat el meu interès

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Els problemes treballats guarden relació amb temes de la vida quotidiana

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. L'aula virtual facilita la tasca de l'alumne

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Utilitza varietat de recursos i materials didàctics

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. És respectuós amb els alumnes

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. La comunicació és fluida i és fàcil d'entendre

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Les classes estan ben preparades

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Fomenta el diàleg, la reflexió i el debat sobre temes tractats a classe

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Sap fer que els alumnes participen i s'interessen per les classes

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Creus que les activitats realitzades t'han ajudat a aprendre i a aconseguir els objectius?

.....

15. Treballar en grup facilita el meu aprenentatge

Maqueu només un oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Quines activitat t'han agradat més i per què

.....

17. Quines activitats t'han agradat menys i per què

.....

18. Explica allò que més t'ha agradat d'aquesta metodologia docent i per què

.....

19. Explica aquells aspectes que milloraries d'aquesta metodologia docent i per què

.....
.....
.....
.....
.....

20. M'agradaria seguir treballant amb aquesta metodologia? Per què?

.....
.....
.....
.....
.....

21. Comentaris

.....

.....

.....

.....

.....

Envia'm una còpia de les meves respostes.

Tecnologia de
 Google Forms