

Introducció

Per a [LOESS](#), l'adquisició de coneixements sobre la salut del sòl es fa a partir de l'ensenyament i aprenentatge integrat CTIM, mitjançant el [model educatiu de les 5E de l'estudi curricular de ciències biològiques \(BSCS, per les sigles en anglès\)](#) de Bybee i el seu equip (Bybee et al. 2006), així com l'aplicació de [perspectives pedagògiques](#) innovadores (PBL, IBL, etc.)

Conceptes

Composició del sòl, biodiversitat, cicles de nutrició, models matemàtics

Títol

La vida sota els peus

Autors:

Bosiljko Đerek i Tina Copot

Resum

L'alumnat investigarà sobre la "salut" i la composició del sòl en diferents entorns (jardí, bosc i zona urbana) a partir de l'estudi dels seus components biològics i emprant mètodes matemàtics per analitzar-ne els resultats. També aprendran de quina manera aquests factors afecten l'ecosistema i proposaran solucions per a millorar la salut del sòl en una àrea determinada.

Drets



[Reconeixement CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-SA 4.0\)](#). Aquesta

llicència permet remesclar, transformar i crear a partir del material per a qualsevol finalitat, inclosa la comercial, sempre que se'n reconegui l'autoria original i es difonguin les noves creacions amb la mateixa llicència que l'original.

Àrees de coneixement

Biologia, química, matemàtiques, física

Preguntes pràctiques

- Què és la salut del sòl, i per què és important per als ecosistemes i la vida humana?
- Com afecta la biodiversitat del sòl en el creixement de les plantes i en la salut dels ecosistemes?
- Com afecta la contaminació terrestre, com ara els vessaments químics, en la salut del sòl, i per tant, en les nostres vides?
- Quina relació hi ha entre la salut del sòl i la seguretat alimentària i la sostenibilitat agrícola?
- Quins factors ambientals locals tenen un impacte en la salut del sòl del teu entorn?
- Com es pot mesurar i analitzar la salut del sòl a partir de mètodes científics?



- Què podem fer per a millorar o recuperar la salut del sòl d'un espai concret?
- De quina manera ens pot ajudar la tecnologia a l'hora de controlar i millorar la salut del sòl?
- Quin impacte tenen els canvis en la salut del sòl en altres problemes mediambientals, com ara la qualitat de l'aigua i el canvi climàtic?
- És possible documentar-se i presentar informació sobre la salut del sòl amb recursos virtuals?

Objectius d'aprenentatge

- Utilitzar recursos en línia per a trobar informació sobre pràctiques de conservació del sòl i indicadors de la salut del sòl, i determinar la credibilitat de les fonts trobades.
- Presentar informació relacionada amb el sòl de forma diversa, com ara representacions de dades matemàtiques (gràfics, taules) i presentacions creatives (amb narració visual).
- Avaluar de manera crítica els factors que impacten en la salut del sòl en entorns diversos, i proposar solucions basades en evidències per a millorar-la.
- Treballar conjuntament en projectes, i fomentar el treball en equip, la comunicació i la delegació de responsabilitats per a un bon resultat d'aprenentatge.

Enllaç al currículum

El currículum, independentment del país europeu del qual es tracti, inclou l'estudi dels ecosistemes, la biodiversitat i la interacció dels organismes vius amb el medi ambient. En aquest escenari d'aprenentatge, les activitats relacionades amb l'estudi de la composició del sòl, l'activitat microbiana i el creixement de les plantes té un vincle directe amb els resultats d'aprenentatge relacionats amb els coneixements sobre els ecosistemes, la biodiversitat i la importància de protegir el medi ambient. A més, també fomenten el desenvolupament de les habilitats de pensament crític, de resolució de problemes i d'aprenentatge cooperatiu, tots ells elements destacats del currículum educatiu.

Aquest escenari d'aprenentatge també està vinculat a diversos Objectius de Desenvolupament Sostenible (SDG) de les Nacions Unides.¹ En especial, existeix una connexió directa amb l'Objectiu 2 (Fam zero), l'Objectiu 3 (Salut i benestar) i l'Objectiu 15 (Fauna i flora terrestres). Si l'alumnat millora els coneixements sobre el sòl i els processos que s'hi produeixen, es generaran millors condicions per a aconseguir que es compleixin tots aquests objectius.

Edat de l'alumnat

11-16 anys.

Temps

Temps de preparació: 5 hores

- **Biologia i química:** 3 hores
- **Matemàtiques i física:** 2 hores 10min

Temps de docència: ~3,5h

¹ Objectius de Desenvolupament Sostenible (SDG): <https://sdgs.un.org/goals>



Recursos didàctics (materials i eines virtuals)

Materials:

Generals:

- Pissarra blanca i retoladors
- Projector i pantalla
- Ordinadors/tauletes (opcional, per a fer recerca i registrar els resultats)

Material per a les sessions 1 i 2:

- Eines per a les mostres de sòl (pales de jardineria)
- Recipients per a les mostres (bosses de plàstic o pots de vidre)
- Lupes i/o microscopis
- Llibretes per a anotar les observacions
- Etiquetes per a les mostres
- Fotografies de mostres de sòl

Material per a la sessió 3

- Mostres de sòl de diferents entorns (de la sessió 2):
- Equips o tires de mesura de pH
- Aigua destil·lada
- Recipients petits o tasses
- Llibretes per a anotar els resultats
- Cartes de colors (si es fan servir tires de pH) – Annex 8

Material per a la sessió 4

- Paper quadriculat o eines gràfiques digitals (com ara Google Sheets o Excel)
- Calculadores
- Regles
- Fitxes amb les taules necessàries
- Retoladors o llapis de colors
- Dades sobre el creixement dels bacteris de la mostra (obtingudes o generades per l'alumnat)

Material per a la sessió 5

- Tres mostres de sòl diferents (de les activitats anteriors)
- Provetes o recipients similars per a mesurar el volum
- Bàscula per a mesurar la massa
- Llibreta i llapis

Recursos digitals:

Sessió 1. Observació visual i tàctil

- Un vídeo breu sobre el paper del sòl als ecosistemes:
<https://www.youtube.com/watch?v=XfqaJqm5nCk>



Sessió 2. Observació visual i tàtil

- Vídeos breus sobre els organismes que viuen al sòl i el seu paper en els ecosistemes:
 - o Organismes vius al sòl: <https://www.youtube.com/watch?v=-dhdUoK7s2s>
 - o Microorganismes del sòl: <https://www.youtube.com/watch?v=R43G5HX4ZtY>
 - o Bacteris del sòl: https://www.youtube.com/watch?v=9_41tu48ls8
- Una eina digital per a visualitzar els resultats de les mostres de sòl. Per exemple:
 - o Canva: <https://www.canva.com/>
 - o Padlet: <https://padlet.com/>

Sessió 3. Registrar i comparar dades

- Una eina virtual per a presentar els càlculs i els valors de pH de les diferents mostres de sòl. Per exemple:
 - o Canva: <https://www.canva.com/>
 - o Genially: <https://genially.com/>

Sessió 4. Modelització del creixement bacterià amb funcions exponencials

- Un vídeo breu on s'explica el creixement exponencial:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=0BSaMH4hINY>
 - https://www.youtube.com/watch?v=Qk33zVR_I48
- Un vídeo breu on s'explica com funcionen les escales de pH
 - <https://www.youtube.com/watch?v=KfWvdSyW6lo>
- Google Sheets o Microsoft Excel: Per a registrar dades, fer càlculs i crear gràfics per analitzar la composició del sòl, l'activitat microbiana i el creixement de les plantes.
- PhET Interactive Simulations: Ofereix simulacions per a temes com ara els nivells de pH i la ciència mediambiental, que poden ser bons materials addicionals per a les activitats <https://phet.colorado.edu/en/simulations/ph-scale>

Criteris per a l'estratègia CTIM

La posada en pràctica d'aquest escenari d'aprenentatge serà de gran ajuda, tant per a tu com per al centre educatiu, a l'hora de complir amb els [criteris per al segell d'escola CTIM](#). A continuació trobaràs quins criteris per al segell d'escola CTIM compleix aquest escenari.

Elements i criteris

¿Com es tracta aquest criteri en l'escenari d'aprenentatge?

Instrucció

Aprenentatge basat en projectes i en problemes (ABP)

L'alumnat haurà d'investigar la salut del sòl de diversos entorns. Recolliran mostres de sòl, en mesuraran la densitat, els nivells de pH i l'activitat microbiana, i analitzaran la correlació d'aquests factors amb la salut del sòl.

Aprenentatge basat en investigació en ciència (IBSE)

En aquest escenari d'aprenentatge, l'alumnat participarà de forma activa en activitats com ara la recollida de mostres de sòl, el mesurament dels nivells de pH i el càlcul de la densitat del sòl.

Implementació curricular

La implementació de l'escenari sobre salut i densitat del sòl concorda amb els estàndards curriculars en ciència, matemàtiques, biologia, i química, entre d'altres.

Èmfasi en els aspectes i competències CTIM

Ensenyament interdisciplinari

En aquest escenari d'aprenentatge, examinarem i implementarem diverses activitats en què conflueixen biologia amb química, i física amb matemàtiques.

Contextualització de l'ensenyament CTIM

L'alumnat investigarà sòl de diferents entorns, i vincularan els resultats obtinguts amb usos pràctics, com ara l'agricultura, la conservació mediambiental i la gestió del sòl.



Elements i criteris

¿Com es tracta aquest criteri en l'escenari d'aprenentatge?

Això els permetrà comprovar la importància dels conceptes CTIM en els problemes de la vida real.

Professionalització docent

Desenvolupament professional

Els docents barrejaran de forma creativa ciència, tecnologia i matemàtiques en les experiències educatives. Això permet emfatitzar la comprensió de com crear activitats interdisciplinàries que connectin diverses àrees de coneixement CTIM en l'anàlisi del sòl.

Descripció de les activitats

Nom de l'activitat	Instruccions	Temps
1ª sessió		
Etapas de les 5E	Engage, Explore (Participa, explora)	
Pluja d'idees i debat	Per tal que l'alumnat comenci a reflexionar sobre la importància del sòl, el docent iniciarà la sessió dient: <i>Avui començarem a descobrir un tema que sovint passem per alt, però que és molt important per tots els éssers vius del planeta: el sòl.</i> A mode introductori, el docent els mostrarà mostres de sòl saludable i no saludable (per exemple, sòl fèrtil d'un jardí i sòl afectat per l'erosió o la contaminació) per tal que l'alumnat pugui observar-los. Les mostres han de ser petites, i estar degudament conservades i etiquetades en recipients. Les mostres poden provenir, per exemple, una mostra d'un terreny en construcció (on el sòl estarà contaminat pel petroli, i una altra d'un bosc (on es podran observar insectes i cucs de terra). Un cop l'alumnat hagi pogut observar, oler i tocar les mostres, hauran d'endevinar quin dels dos és més saludable i justificar el per què; això els farà pensar sobre què vol dir que un sòl és "saludable".	10m
Debat i preparació per a la propera sessió	Després d'aquesta introducció, el docent farà les preguntes següents a l'alumnat, per animar-los a pensar de forma crítica sobre la salut del sòl: <i>De què creieu que està fet, el sòl? Per què creieu que el sòl és important per a les plantes i altres éssers vius? Què creieu que fa que un sòl sigui o no saludable?</i> <i>De quina manera penseu que la salut del sòl afecta en els aliments que consumim? Què li pot passar a un entorn, si el sòl s'erosiona o acaba contaminat? Quin efecte creieu que té un sòl no saludable en el nostre dia a dia, fins i tot si vivim a una ciutat? Quines activitats fem els humans que creieu que poden ser perjudicials per a la salut del sòl? De quina manera podem protegir i millorar la salut del sòl del nostre entorn? Quina relació creieu que hi ha entre la salut del sòl i problemes mediambientals, com ara el canvi climàtic i la qualitat de l'aigua? Quins beneficis penseu que pot tenir una millor salut del sòl en el medi ambient en general?</i>	20m
Recollida de sòl com a deures	El docent explicarà els deures que caldrà que facin: <i>Ara ens dividirem en grups reduïts, i recollirem mostres de sòl.</i> Cal dividir l'alumnat en grups reduïts i assignar a cada grup un entorn concret (jardí, bosc i zona urbana). Com a deures, cada grup haurà de recollir mostres de sòl de l'entorn que li hagi tocat. El docent els animarà a recollir mostres de diferents ubicacions de cada entorn, per a tenir mostres de sòl que siguin el més representatives possible.	10m



Nom de l'activitat	Instruccions	Temps
	Material necessari: - Eines per a les mostres de sòl (pales de jardineria) - Recipients per a les mostres (bosses de plàstic o pots de vidre) - Lupes i microscopis - Llibretes per a anotar les observacions - Etiquetes per a les mostres	
2^a sessió		
Etapas de les 5E	Engage, Explore, Elaborate (Participa, explora, i elabora)	
Àrea de coneixement 1	Biologia i matemàtiques	
Observació visual i tàtil	L'alumnat haurà d'analitzar visualment les mostres de sòl dels diferents entorns (jardí, bosc, zona urbana) i fixar-se en la composició i els components biològics de totes elles. El docent donarà a l'alumnat les següents indicacions: <i>Quan examineu les mostres, pareu especial atenció al color i la textura, així com a qualsevol organisme que observeu.</i> A l'aula, l'alumnat observarà les mostres, primer a simple vista, i després amb lupes i microscopis. A més d'observar les mostres, escriuran les observacions a les llibretes o en una eina virtual, com Padlet o Canva, per anotar el color, la textura i la presència d'organismes visibles (com ara cucs de terra, insectes, i arrels de plantes) a les mostres. El docent també els mostrarà fotografies preparades d'organismes vius al sòl. Després, es parlarà de l'aspecte físic i la textura del sòl i del seu vincle amb la salut de l'entorn d'on s'ha extret cada mostra. El docent pot obrir el debat amb les preguntes següents: <i>Quins colors heu vist a la mostra del sòl? Hi ha diferències de color entre totes les mostres, o aprecieu diferències en una mateixa mostra?</i> <i>Heu pogut veure organismes al sòl, com ara cucs de terra, insectes, o d'altres? Quina funció creieu que tenen aquests organismes a l'ecosistema del sòl? Com creieu que afecta la presència o absència d'organismes en la salut del sòl?</i>	15m
Debat a l'aula	Cada grup compartirà les observacions que han fet amb la resta, esmentant les diferències en la composició del sòl i els organismes visibles entre les mostres de diferents entorns. Debateu sobre què poden indicar aquestes diferències sobre la salut i la qualitat del sòl en cada entorn, i anoteu les idees a les llibretes o en una eina virtual, com ara Padlet o Canva, i feu un registre El docent pot obrir el debat amb les preguntes següents: <i>Quines diferències hi ha entre les mostres de sòl sa i no sa? Quin tipus de diferències hi heu detectat? Quines característiques tenen?</i>	15m
Presentació a l'aula	L'alumnat pot crear una taula o gràfic per a comparar les diferents mostres de sòl. Poden crear els gràfics i taules en paper, o bé amb una eina digital com ara PowerPoint, Padlet o Canva .	10m
Contingut d'aprenentatge	L'alumnat haurà: - recollit mostres de sòl de diferents entorns (jardí, bosc i zona urbana) i les haurà emmagatzemat en recipients etiquetats. - anotat observacions detallades de les seves mostres de sòl en una llibreta o fitxa de dades (descripció escrita, diagrama de l'estructura del sòl i apunts sobre els components visibles, com ara arrels, pedres i organismes).	



Nom de l'activitat	Instruccions	Temps
	creat una taula o gràfic per a comparar les diferents mostres de sòl segons una sèrie de característiques, com ara textura, color, presència de material orgànic i organismes observats.	
3^a sessió		
Etapas de les 5E	Explore, Explain, Elaborate (Explora, explica i elabora)	
Àrea de coneixement 2	Química	
Anàlisi i interpretació del pH del sòl	L'alumnat analitzarà el pH de les mostres de sòl amb l'ajuda del docent. Hauran de dipositar una petita quantitat de sòl de cada mostra en recipients separats, i afegir aigua destil·lada a cada recipient per a crear una barreja espessa de sòl. Amb equips de mesura (o tires) del pH, l'alumnat mesurarà el pH de cada mostra de sòl. Si es fan servir tires de pH, l'alumnat haurà de comprovar el color de la tira amb la carta de colors (Annex 6 - Carta de colors de pH). <u>Material necessari:</u> - Mostres de sòl de diferents entorns de les sessions anteriors - Equips o tires de mesura de pH - Aigua destil·lada - Recipients petits o tasses - Cartes de colors (si es fan servir tires de pH)	10m
Registrar i comparar dades	L'alumnat anotarà els nivells de pH de cada mostra de sòl a les llibretes. Compararan els nivells de pH entre les mostres dels diferents entorns i debatran sobre què poden voler dir aquests nivells sobre la salut del sòl. Preguntes per al debat: <i>Què indica el nivell de pH de cada mostra sobre la seva salut? Heu detectat diferències importants en el nivell de pH de les diverses mostres de sòl? Què creieu que poden causar, aquestes diferències? De quina manera pot impactar el nivell de pH en la disponibilitat de nutrients del sòl?</i>	10m
Percentatges i nivells de pH	L'alumnat consultarà internet per a investigar la connexió entre els càlculs percentuals i els valors de pH, i presentaran els resultats i conclusions fent ús d'una eina gratuïta d'infografies, com ara Genially o Canva. Hauran de trobar informació per a respondre a les preguntes següents: <i>Què és el pH? Com es calcula, i quina forma hem de fer servir? Explica què és l'escala de pH i quina relació té amb la concentració d'ions d'hidrogen. Pensa en exemples reals de substàncies amb nivells de pH variables (com ara el suc de llimona, la llet o la col) i troba el seu pH.</i> Enllaços útils per orientar l'alumnat: https://energyeducation.ca/encyclopedia/The_pH_scale https://www3.epa.gov/acidrain/education/site_students/phscale.html https://www.albert.io/blog/how-to-calculate-ph-in-chemistry/	10m
Debat	L'alumnat debatrà sobre com creuen que el pH del sòl afecta la disponibilitat de nutrients i el creixement de les plantes. Hauran de tenir en compte el motiu pel qual entorns diferents poden presentar nivells de pH diversos, i què vol dir això per a les plantes i ens organismes que hi habiten. Preguntes per al debat: <i>Quina influència té el pH del sòl en la presència de nutrients per a les diferents plantes? Hi ha alguna acció humana que permeti modificar l'equilibri de pH del sòl? Se us acut alguna planta o animal en concret</i>	10m



Nom de l'activitat	Instruccions	Temps
	que sigui capaç de viure en entorns que tenen un pH extrem? De quina manera poden els agricultors o jardineros ajustar el pH del sòl per millorar determinats cultius? Quines senyals poden detectar els agricultors i jardineros en les plantes que cultiven per determinar si el sòl té un nivell de pH apropiat o inapropiat?	
Contingut d'aprenentatge	L'alumnat haurà: - extret diverses lectures del pH registrat de les mostres de sòl, incloses les dades dels diferents entorns (jardí, bosc, zona urbana). - documentat les dades recollides en llibretes o fulls de dades. creat una taula o gràfic, amb eines com ara Genially o Canva, que representen de forma visual els nivells de pH del sòl dels diferents entorns. La representació pot ser en forma de gràfic de barres, de línies o qualsevol altra representació visual adequada. anotat observacions detallades en llibretes o fulls de dades.	
4^a sessió		
Etapas de les 5E	Explain, Elaborate, Evaluate (Explica, elabora, avalua)	
Àrea de coneixement 3	Matemàtiques	
Modelització del creixement bacterià amb funcions exponencials	El docent ajudarà els alumnes a entendre la importància dels bacteris en el sòl, i la manera en què es reproduïxen, dient-los: <i>Quan estudiem la vida al sòl, els bacteris tenen una importància vital. Avui explorarem la manera en què els bacteris es reproduïxen al sòl a partir d'un model matemàtic. Els bacteris es reproduïxen de manera molt específica, i la seva població creix ràpidament, que anomenem creixement exponencial. Així doncs, avui farem servir funcions exponencials simplificades per determinar com evoluciona el nombre de bacteris i representar aquest creixement visualment. També veurem que les matemàtiques ens poden ser útils per entendre les dinàmiques reals del creixement bacterià al sòl, un element de gran pes en la salut del sòl.</i> <u>Material necessari:</u> - Paper quadriculat o eines gràfiques digitals (com ara Google Sheets o Excel) - Calculadores - Regles - Fitxes amb les taules necessàries (Annex 7 - Taules per a les activitats matemàtiques) - Retoladors o llapis de colors - Dades sobre el creixement dels bacteris de la mostra (obtingudes o generades per l'alumnat) El docent explicarà breument el concepte de creixement exponencial i la funció exponencial simplificada: $N(t) = N_0 \cdot 2^t$ N_0 – nombre de bacteris inicials, t– temps Parleu amb l'alumnat sobre com creuen que aquest model representa el creixement dels bacteris, que es duplica amb el temps. Preguntes orientatives per al debat: De quina manera canvia el nombre de bacteris a mesura que augmenta el temps en el model de creixement exponencial? Què representa N_0 en l'equació, i de quina manera afecta la corba de creixement? Quin aspecte tindria el gràfic si els bacteris es	15m



Nom de l'activitat	Instruccions	Temps												
	dupliquessin cada hora, i si es dupliquessin cada 30 minuts? Com podem fer servir la funció exponencial per a predir el nombre de bacteris passat un determinat període de temps? Per a l'alumnat més jove, que no està familiaritzat amb el concepte matemàtic de les funcions (i en especial les funcions exponencials) es pot simplificar encara més l'activitat. La regla o propietat de creixement exponencial es pot fer servir sense necessitat d'explicar el concepte "exponencial" o el concepte de què és una funció. El docent pot fer servir un tros d'argila o de plastilina, repartir-la entre l'alumnat i proposar-los un joc. Al començament, l'alumnat haurà de fer dues boletes. Llavors, cada 30 segons, hauran de fer una nova boleta de cadascuna de les que tinguin. Es pot dividir l'alumnat per parelles, per grups o deixar-los jugar individualment. No fan falta gaires rondes del joc perquè entenguin el concepte de creixement. També podeu demanar-los que anotin les dades del joc a una taula.													
Exemple guiat	Mostreu a l'alumnat un exemple guiat amb aquesta funció: Comencem amb 5 bacteris ($N_0=5$). Calculem el nombre de bacteris per a $t=0, 1, 2, 3, 4$ amb la fórmula $N(t)=5 \cdot 2^t$ Emplenem una taula (Annex 7 – Taules per a les activitats matemàtiques) amb aquests valors: <table><tr><th>Interval de temps (t)</th><th>Nombre de bacteris (N)</th></tr><tr><td>0</td><td>5</td></tr><tr><td>1</td><td>10</td></tr><tr><td>2</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>40</td></tr><tr><td>4</td><td>80</td></tr></table> L'alumnat marcarà aquests valors en un gràfic a la llibreta o al llibre d'exercicis per tal de tenir una representació visual del creixement.	Interval de temps (t)	Nombre de bacteris (N)	0	5	1	10	2	20	3	40	4	80	10m
Interval de temps (t)	Nombre de bacteris (N)													
0	5													
1	10													
2	20													
3	40													
4	80													
Generació de dades	L'alumnat triarà el nombre inicial de bacteris (N_0) i els intervals de temps que volen aplicar (per exemple: 3, 5). Llavors calcularan el nombre de bacteris per a cada interval amb la fórmula: $N(t)=N_0 \cdot 2^t$ Emplenem una taula com la que trobareu inclosa d'exemple (Annex 7 – Taules per a les activitats matemàtiques).	10m												
Creació de gràfics	L'alumnat marcarà els valors obtinguts en un paper quadriculat o fent servir una eina gràfica digital, com ara GeoGebra o Desmos. L'eix x ha de representar els intervals de temps, i l'eix y el nombre de bacteris. Si l'alumnat treballa en grups, el docent haurà de dir-los que facin servir llapis o retoladors de diferents colors per a diferenciar els grups de dades.	10m												
Anàlisi i interpretació	L'alumnat analitzarà les gràfiques i taules per a trobar patrons de creixement de bacteris. Hauran de respondre a preguntes com ara: "Com va canviant el nombre de bacteris a cada interval de temps?" i "Què us crida l'atenció sobre la forma del gràfic?"													
Conclusions	El docent demanarà a l'alumnat que presenti els seus resultats, i que entre tots debatin sobre els resultats obtinguts i de quina manera els gràfics representen el creixement exponencial. També hauran de respondre de quina manera creuen que la comprensió de les funcions	15m												



Nom de l'activitat	Instruccions	Temps
	exponencials pot resultar útil per a usos pràctics, com ara predir el creixement de la població o entendre els fenòmens científics. Preguntes per al debat: <i>¿Quines diferències i similituds hi ha entre el creixement exponencial i el creixement lineal? Creieu que hi ha un exemple similar de creixement exponencial, com ara el contagi d'una malaltia (per exemple, la pandèmia de la COVID) o el creixement de la població (per exemple, l'augment de la població de conills en condicions idònies)? Creieu que els factors ambientals, com ara la disponibilitat de recursos o la competència, poden afectar el creixement exponencial?</i>	
Contingut d'aprenentatge	L'alumnat haurà: • creat taules on apareguin el nombre de bacteris durant un període de temps determinat a partir d'un nombre i interval de temps inicials. • creat un gràfic on es representi visualment el creixement dels bacteris. fet una presentació oral per explicar els patrons de creixement i la informació que representa el gràfic.	
5^a sessió		
Etapas de les 5E	Explore, Explain, Evaluate (Explora, explica i avalua)	
Àrea de coneixement 4	Física	
La densitat i el sòl	L'alumnat investigarà de quina manera la densitat del sòl afecta les propietats del sòl, incloses la infiltració d'aigua, el creixement de les arrels, o l'activitat dels insectes i altres éssers vius. El docent presentarà l'activitat dient: <i>Avui ens centrarem en la densitat del sòl. Ens fixarem en com la densitat afecta les propietats del sòl, per veure si està relacionada amb les característiques que determinen la riquesa biològica d'un sòl i com de "sa" és.</i> En mesurar la densitat del sòl, l'alumnat començarà a entendre com de juntes es troben realment les partícules del sòl. Això està estretament relacionat amb l'avaluació de la salut del sòl, ja que la densitat influeix en la infiltració d'aigua, el creixement de les arrels i el desenvolupament dels organismes vius del sòl, inclosos els hàbitats microbians. El docent també explicarà breument que la densitat és la magnitud que indica la massa per unitat de volum, com es representa la densitat i la fórmula emprada per a calcular-la. $\rho = m/V$	10m
Com mesurar la densitat del sòl	L'alumnat mesurarà el volum i la massa de tres mostres de sòl diferents, i després en calcularà la densitat. Un cop fets els mesuraments, presentaran els resultats i debatran sobre les dades obtingudes. Preguntes per al debat: <i>Què volen dir els resultats? Quin tipus de sòl té la densitat més elevada? Per què un sòl ric en organismes vius té una densitat més baixa, i com creieu que els organismes vius afecten la densitat del sòl?</i> <u>Material necessari:</u> • Tres mostres de sòl diferents (de les activitats anteriors) • Provetes o recipients similars per a mesurar el volum • Bàscula per a mesurar la massa • Llibreta i llapis	15m



Nom de l'activitat	Instruccions	Temps
Contingut d'aprenentatge	L'alumnat haurà: • mesurat la massa i el volum del sòl, i calculat la densitat de cadascuna de les mostres de sòl. • explicat (per escrit o de forma oral) la importància dels resultats de densitat, fent esment a quin tipus de sòl té una densitat més elevada i per què.	10m

Avaluació inicial

Es pot fer servir el llistat de 10 preguntes per a l'avaluació inicial. Vegeu Annex 2 - Avaluació inicial.

Avaluació formativa

Vegeu Annex 8 - Avaluació formativa (sumatòria) per a la sessió de matemàtiques.

Avaluació final

Es pot fer servir el llistat de 10 preguntes per a l'avaluació final. Vegeu Annex 3 - Avaluació final.

Comentaris de l'alumnat

Es pot fer servir el llistat de 5 preguntes per a recollir els comentaris de l'alumnat. Vegeu Annex 4 - Comentaris de l'alumnat.

Comentaris del docent

Es pot fer servir el model de taula d'autoavaluació per als comentaris del docent. Vegeu Annex 5 - Comentaris del docent.

Reflexions sobre el procés

En aquest apartat podeu escriure una reflexió personal sobre com ha estat la creació de l'escenari d'aprenentatge (màxim 200 paraules). A continuació trobareu unes quantes preguntes que us poden servir d'inspiració.

1. *Explica d'on sorgeixen les idees inicials del teu escenari d'aprenentatge. Què et va inspirar a triar aquest tema en concret?*
 2. *Resumeix la recerca que heu dut a terme i els recursos que heu emprat per a crear el projecte. De quina manera t'han ajudat a l'hora d'idear i crear el projecte?*
 3. *Què has après sobre el procés de planificació i execució del projecte?*
- Pots escriure les teves reflexions a continuació:



La idea inicial per a l'escenari d'aprenentatge neix del contingut que vam aprendre durant els seminaris virtuals de preparació. Un cop acabats els seminaris, vam parlar sobre les necessitats de l'alumnat, i vam considerar de quina manera podíem fer servir el material curricular que hem d'impartir com a base a partir de la qual crear l'escenari d'aprenentatge. Volíem mantenir-nos dins dels límits marcats pel currículum, però vam creure que la creació de l'escenari d'aprenentatge era un repte amb el qual podíem crear contingut significatiu que enriqueix i millorés la nostra tasca docent.

Vam documentar-nos amb la literatura existent, i vam triar els temes que més s'adequaven a les necessitats de l'alumnat. També vam parlar sobre quins mètodes volíem emprar, deixant marge per a la flexibilitat; no es tracta d'un tipus de planificació habitual al nostre sistema educatiu, ni tampoc a la nostra feina diària. L'objectiu que ens vam marcar era el de crear material creatiu i, al mateix temps, pràctic.

Els comentaris de l'alumnat van ser favorables. Es van mostrar interessats en el tema i van concloure que els agradaria tenir més sessions com aquestes. Creiem que aquest enfocament, que integra diverses àrees de coneixement per a treballar un tema en comú, els ha despertat l'interès, perquè els permet descobrir un fenomen natural des de diferents perspectives.

Així doncs, vam arribar a la conclusió que hi ha temaris que impartim a les classes normals que sovint queden interconnectats; per exemple, la densitat es treballa a les classes de química, matemàtiques i física, però en moments diferents. Això suposa una pèrdua de temps innecessària i fa que l'aprenentatge del tema no sigui complet, ja que cada àrea del coneixement tracta d'una petita part. La planificació conjunta requereix temps (el nostre recurs principal, i que ben poques vegades és suficient), però alhora permet alliberar temps de les sessions i fa que el procés docent sigui més eficaç. Hem decidit mantenir la planificació conjunta en el futur, i crear nous escenaris d'aprenentatge similars de forma cooperativa.



1. Recollida de mostres de sòl i observació:

- Eines per a les mostres de sòl (pales de jardineria)
- Recipients per a les mostres (bosses de plàstic o pots de vidre)
- Lupes o microscopis
- Llibretes o fulls de dades
- Etiquetes per a les mostres

2. Anàlisi i interpretació del pH del sòl:

- Equips o tires de mesura de pH
- Aigua destil·lada
- Recipients petits o tasses
- Cartes de colors per a les tires de pH
- Llibretes o fulls de dades

3. Activitat microbiana del sòl:

- Plaques de petri i agar (medi de cultiu)
- Bastonets de cotó
- Aigua estèril
- Incubadora (opcional)
- Regles
- Llibretes o fulls de dades

4. Experiment sobre el creixement de les plantes:

- Testos o recipients petits
- Llavors de germinació ràpida (raves, mongetes, gespa)
- Regadores o difusors
- Cinta mètrica o regles
- Llibretes o fulls de dades

Material general a l'aula:

- Pissarra blanca i retoladors
- Projector i pantalla
- Ordinadors/tauletes (opcional, per a fer recerca i registrar els resultats)

Annex 2 – Avaluació inicial

1. Què és la salut del sòl?

- Les condicions del sòl en quant a textura i color
- La capacitat del sòl de permetre el creixement de les plantes i protegir les funcions dels ecosistemes
- Els nivells de contaminació del sòl

2. Per què és tan important l'activitat microbiana per a la salut del sòl?

- Perquè fomenta l'erosió del sòl



b) Perquè contribueix al cicle de nutrients, la descomposició i la millora de la fertilitat del sòl

c) Perquè fa augmentar la salinitat del sòl

3. Què ens indica el nivell de pH del sòl?

a) La temperatura del sòl

b) El grau d'aciditat o alcalinitat del sòl

c) La quantitat de matèria orgànica del sòl

4. Al model de creixement exponencial, què representa el nombre base?

a) La quantitat inicial de la població

b) L'índex de creixement de la població amb el pas del temps

c) L'interval de temps per a mesurar el creixement

5. Quin paper té l'agar en els estudis microbians?

a) Serveix per a mesurar la humitat del sòl

b) Ofereix un medi ric en nutrients per al desenvolupament de bacteris

c) Serveix per a ajustar el nivell de pH del sòl

6. Com es mesura l'activitat microbiana en les mostres de sòl?

a) Analitzant la textura i el color del sòl

b) Contant i mesurant les colònies microbianes en una placa d'agar

c) Fent proves al contingut del sòl humit

7. De quina manera es fa servir la funció de creixement exponencial $N(t)=N_0 \cdot 2^t$ en biologia?

a) Serveix per a descriure el creixement lineal de la població d'organismes

b) Serveix per a modelar la rapidesa del creixement de la població d'organismes amb el pas del temps

c) Serveix per a determinar els nivells de nutrients del sòl

8. Què implica que el sòl tingui un nivell de pH inferior a 7?

a) Que el sòl és neutre

b) Que el sòl és àcid

c) Que el sòl és alcalí

9. Quina és la utilitat de fer servir un microscopi en l'anàlisi del sòl?

a) Serveix per a mesurar la humitat del sòl

b) Per a observar partícules i microorganismes minúsculs del sòl

c) Per a fer proves sobre els nivells de nutrients del sòl

10. Què cal incloure en un informe científic sobre les investigacions sobre la salut del sòl?

a) Només els noms de les mostres de sòl

b) Observacions, dades, anàlisis i conclusions

c) Només el nombre de bacteris detectats



2. b) La capacitat del sòl de permetre el creixement de les plantes i protegir les funcions dels ecosistemes
3. b) Perquè contribueix al cicle de nutrients, la descomposició i la millora de la fertilitat del sòl
4. b) El grau d'aciditat o alcalinitat del sòl
5. a) La quantitat inicial de la població
6. b) Ofereix un medi ric en nutrients per al desenvolupament de bacteris
7. b) Contant i mesurant les colònies microbianes en una placa d'agar
8. b) Serveix per a modelar la rapidesa del creixement de la població d'organismes amb el pas del temps
9. b) Que el sòl és àcid
10. b) Per a observar partícules i microorganismes minúsculs del sòl
11. b) Observacions, dades, anàlisis i conclusions



1. Què és la salut del sòl i per què és important?

- a) La salut del sòl fa referència a la textura i el color del sòl; és important per estètica.
- b) La salut del sòl és la capacitat del sòl de permetre la vida de les plantes, afavorit la biodiversitat i mantenir les funcions dels ecosistemes.
- c) La salut del sòl és la mesura de la capacitat del sòl per a retenir aigua; és important per a l'eficiència d'irrigació.

2. Com afecta l'activitat microbiana a la salut del sòl?

- a) L'activitat microbiana esgota els nutrients del sòl i fa disminuir la fertilitat.
- b) L'activitat microbiana contribueix a la descomposició de la matèria orgànica, al reciclatge dels nutrients i a la millora de l'estructura del sòl.
- c) L'activitat microbiana fa augmentar la salinitat i aciditat del sòl.

3. Per què es fan servir plaques d'agar en l'estudi dels microbis del sòl?

- a) Per a mesurar la textura i el color del sòl.
- b) Per a comptar amb un medi on els microorganismes es desenvolupin i que ens permeti observar-los.
- c) Serveix per a ajustar els nivells de pH del sòl.

4. Què indica el nivell de pH d'una mostra de sòl?

- a) La quantitat de matèria orgànica del sòl.
- b) L'aciditat o alcalinitat del sòl, que afecta la disponibilitat de nutrients i l'activitat microbiana.
- c) El contingut del sòl humit.

5. A la fórmula de creixement exponencial $N(t)=N_0 \cdot 2^t$, què representa N_0 ?

- a) El nombre d'interval·ls de temps.
- b) L'índex de creixement de la població.
- c) La quantitat inicial de la població.

6. Si comencem amb 25 bacteris i cada 4 hores es dupliquen, quants bacteris tindrem passades 12 hores?

- a) 100
- a) 200
- a) 400

7. Per què és essencial anotar les observacions i dades recollides durant els experiments amb el sòl?

- a) Per a garantir una descripció precisa de l'experiment que ens permeti fer-ne una anàlisi i referenciar-lo en el futur.
- b) Per evitar fer servir equipament innecessari.
- c) Per a mesurar amb precisió la temperatura del sòl.

8. De quina manera poden les eines visuals, com ara els gràfics, millorar la presentació de dades científiques?

- a) Proporcionen un resum dels materials emprats en un experiment.
- b) Ens ajuden a il·lustrar patrons, tendències i comparatives de dades, per tal que siguin més fàcils d'entendre.
- c) Permeten fer un llistat dels processos seguits durant l'experiment.

9. Què vol dir que el sòl té un nivell de pH de 6,5?



- a) Que el sòl és molt àcid.
- b) Que el sòl és neutre i lleugerament àcid.
- c) Que el sòl és extremadament alcalí.

10. Quin exemple dels següents és un bon cas de creixement exponencial a la natura, i com se sol modelar matemàticament?

- a) El creixement d'un arbre amb el temps, i es modela amb una funció lineal.
- b) La duplicació de la població de bacteris, i es modela amb la funció exponencial $N(t)=N_0 \cdot 2^t$
- c) La disminució de l'erosió del sòl amb el temps, i es modela amb una funció quadràtica.

Respostes:

1. b) La salut del sòl és la capacitat del sòl de permetre la vida de les plantes, afavorit la biodiversitat i mantenir les funcions dels ecosistemes.
2. b) L'activitat microbiana contribueix a la descomposició de la matèria orgànica, al reciclatge dels nutrients i a la millora de l'estructura del sòl.
3. b) Per a comptar amb un medi on els microorganismes es desenvolupin i que ens permeti observar-los.
4. b) L'aciditat o alcalinitat del sòl, que afecta la disponibilitat de nutrients i l'activitat microbiana.
5. ca) La quantitat inicial de la població.
6. a) 400
7. a) Per a garantir una descripció precisa de l'experiment que ens permeti fer-ne una anàlisi i referenciar-lo en el futur.
8. b) Ens ajuden a il·lustrar patrons, tendències i comparatives de dades, per tal que siguin més fàcils d'entendre.
9. b) Que el sòl és neutre i lleugerament àcid.
10. b) La duplicació de la població de bacteris, i es modela amb la funció exponencial $N(t)=N_0 \cdot 2^t$



Annex 4 – Comentaris de l'alumnat

Instruccions: Responen les següents preguntes sobre la sessió d'avui.

- 1. Han estat clares, les instruccions per a les activitats?**
 - ☐ a) Molt clares
 - ☐ a) Més o menys clares
 - ☐ a) Gens clares
- 2. T'ha agradat la integració de diferents assignatures?**
 - ☐ a) Sí, molt
 - ☐ a) Més o menys
 - ☐ a) No
- 3. Quina ha estat la part més complicada de la sessió?**
 - ☐ a) Entendre els conceptes de biologia
 - ☐ b) Aplicar els models matemàtics
 - ☐ c) Fer els experiments
- 4. Què t'han semblat els recursos disponibles (com ara els equips de pH o les plaques d'agar)?**
 - ☐ a) Excel·lents
 - ☐ b) Correctes
 - ☐ c) Insuficients
- 5. Tens algun suggeriment per a millorar la sessió?**



Annex 5 – Comentarís del docent

Instruccions d'ús:

- **Puntua cada criteri** fent ús de l'escala següent: 4= supera les expectatives; 3= compleix les expectatives; 2= s'aproxima a les expectatives; 1=per sota de les expectatives.
- **Afegeix comentaris** per a oferir una avaluació específica i suggeriments per a millorar.
- **Revisa i comenta** els comentaris amb la resta de docents, o fes-los servir com a reflexió personal sobre com millorar les sessions futures.

	Supera les expectatives (4)	Compleix les expectatives (3)	S'aproxima a les expectatives (2)	Per sota de les expectatives (1)	Comentarís
Objectius i claredat de la sessió	Els objectius estaven explicats amb claredat, eren pertinents i s'adequaven als objectius curriculars. L'alumnat ha demostrat un profund coneixement dels objectius.	Els objectius eren, majoritàriament, clars i pertinents. L'alumnat ha entès els objectius principals amb una mica d'orientació.	Els objectius no eren del tot clars o només en part pertinents. L'alumnat ha necessitat bastanta orientació per entendre els objectius.	Els objectius no han estat gens clars ni pertinents. L'alumnat ha tingut problemes per a entendre els objectius.	
Integració de les àrees del coneixement (biologia i matemàtiques)	La integració ha estat fàcil, amb vincles directes entre la biologia i les matemàtiques, cosa que ha millorat la comprensió general dels coneixements. L'alumnat ha aplicat els conceptes amb eficàcia.	La integració ha estat bona, amb vincles clars entre àrees del coneixement. L'alumnat ha aplicat els conceptes, però ha necessitat una mica d'orientació.	La integració s'ha intentat, però hi faltava profunditat. Els vincles entre les àrees del coneixement no eren clars, i l'alumnat ha necessitat bastanta orientació.	La integració ha estat mínima o inexistent. Els vincles entre les àrees de coneixement no han quedat clars, i l'alumnat ha tingut problemes a l'hora d'aplicar els conceptes.	
Participació de l'alumnat	L'alumnat s'ha mostrat molt involucrat i participatiu en totes les activitats. L'alumnat ha mostrat un gran	L'alumnat s'ha mostrat, en general, entusiasmat i participatiu, però no de forma unànime.	La participació de l'alumnat ha estat inconsistent. La participació ha variat, i part de l'alumnat ha necessitat ajuda.	La participació de l'alumnat ha estat baixa, i la participació i entusiasme han estat mínims. Bona part de	

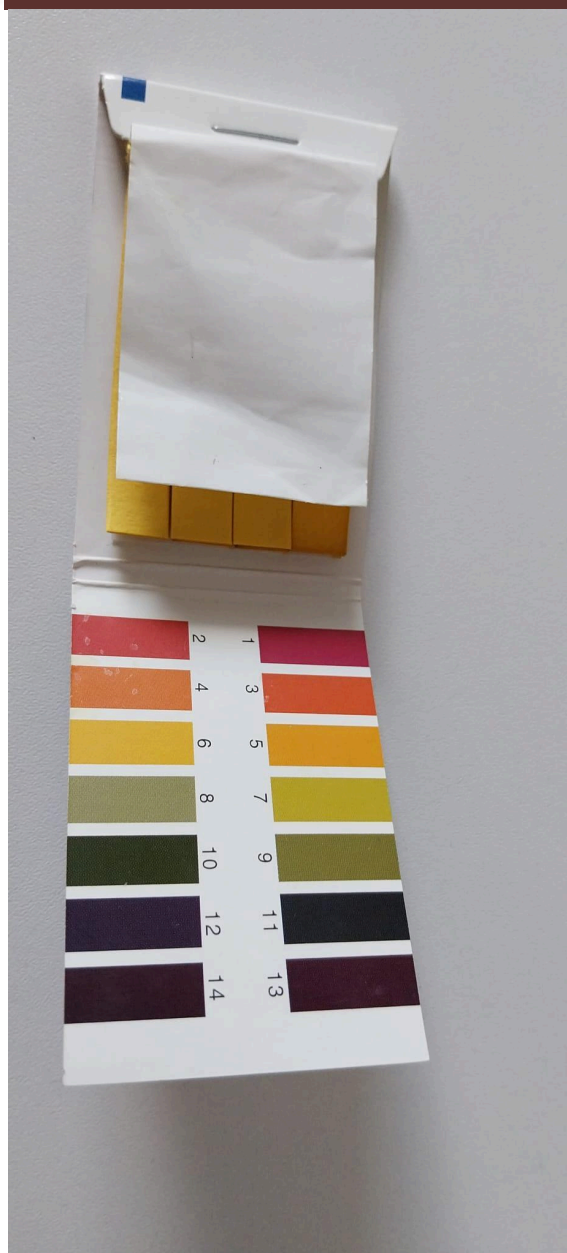


	Supera les expectatives (4)	Compleix les expectatives (3)	S'aproxima a les expectatives (2)	Per sota de les expectatives (1)	Comentaris
	entusiasme i ganes de col·laborar.			l'alumnat ha mostrat desinterès.	
Eficàcia de les activitats	Les activitats han estat molt eficaces per aconseguir els objectius d'aprenentatge, i els resultats han estat clars i significatius. L'alumnat ha demostrat haver entès i sabut aplicar els coneixements molt bé.	Les activitats han estat eficaces per aconseguir els objectius d'aprenentatge, però s'han hagut d'aplicar alguns canvis menors. L'alumnat ha demostrat haver entès i sabut aplicar els coneixements amb una mica d'orientació.	Les activitats han estat més o menys eficaces, però sense arribar a complir amb els objectius d'aprenentatge. L'alumnat ha demostrat una comprensió parcial dels coneixements, i ha necessitat bastanta ajuda.	Les activitats han estat ineficaces per aconseguir els objectius d'aprenentatge. L'alumnat ha tingut problemes per a entendre i aplicar els conceptes.	
Gestió de la sessió	La sessió s'ha gestionat amb solvència, i sense problemes de transició entre material ni de temps. La gestió de l'aula ha estat exemplar.	La sessió s'ha gestionat bastant bé, amb petits problemes de transició i de temps. La gestió de l'aula ha estat eficaç.	La sessió ha presentat alguns problemes de gestió, amb problemes evidents de transició i temps. La gestió de l'aula ha estat inconsistent.	La sessió s'ha gestionat incorrectament, i hi ha hagut interrupcions i problemes tant de transició com de temps. La gestió de l'aula ha estat ineficaç.	
Avaluació i comentaris	L'avaluació s'ha correspost perfectament amb els objectius, i ha ofert a l'alumnat comentaris valuosos sobre el coneixement assolit. Els comentaris s'han proporcionat a temps i han estat constructius.	L'avaluació s'ha correspost amb els objectius, i ha ofert comentaris pertinents. En general, els comentaris s'han proporcionat a temps i han estat constructius.	L'avaluació s'ha correspost parcialment amb els objectius, i els comentaris han estat limitats. Els comentaris no sempre s'han proporcionat a temps i només alguns han estat constructius.	L'avaluació no s'ha correspost amb els objectius, i els comentaris han estat mínims. Els comentaris han estat poc freqüents i no han resultat útils.	



	Supera les expectatives (4)	Compleix les expectatives (3)	S'aproxima a les expectatives (2)	Per sota de les expectatives (1)	Comentaris
Impacte general	La sessió ha tingut un impacte molt positiu en l'experiència d'aprenentatge i la participació de l'alumnat. L'alumnat ha demostrat un coneixement complet dels objectius.	La sessió ha tingut un impacte positiu en l'experiència d'aprenentatge i la participació de l'alumnat, i l'alumnat ha demostrat un bon coneixement dels objectius.	La sessió ha tingut un impacte moderadament positiu, i l'experiència d'aprenentatge i la participació de l'alumnat ha estat desigual.	La sessió ha tingut un impacte mínim, i l'alumnat ha tingut dificultats per a entendre i participar en el tema.	





Annex 7 – Taules per a les activitats matemàtiques

Funcions exponencials i creixement bacterial

Interval de temps (t)	Nombre de bacteris (N)
0	
1	
2	
3	
4	

Interval de temps (t)	Nombre de bacteris (N)
0	5
1	10
2	20
3	40
4	80

Interval de temps (t)	Nombre de bacteris (N)



Annex 8 – Avaluació formativa (sumatòria) per a la sessió de matemàtiques

Entendre el creixement exponencial

Preguntes d'elecció múltiple:

P1: Què representa la variable N_0 en l'equació $N(t) = N_0 \cdot 2^t$?

- a) El temps que triguen els bacteris a duplicar-se
- b) El nombre inicial de bacteris
- c) L'índex de mort dels bacteris
- d) El nombre total de bacteris en l'interval de temps t

P2: Si $N_0 = 10$ i el temps és $t=3$, quants bacteris hi haurà passat aquest interval?

- A) 20 B) 30 C) 80 D) 40

Preguntes de cert/fals:

P3: El creixement exponencial implica que la població es duplica a intervals de temps regulars. Cert / Fals

P4: El creixement exponencial suposa que el nombre de bacteris augmenti la mateixa quantitat en el mateix interval de temps. Cert / Fals

Les aplicacions del creixement exponencial

Completa les frases:

P5: Si el nombre inicial de bacteris és $N_0=7$, i la població es duplica cada hora, el nombre de bacteris passades 2 hores serà de _____.

P6: En l'equació $N(t) = N_0 \cdot 2^t$, el t exponent representa _____.

Preguntes de càlcul:

P7: Si el nombre inicial de bacteris és $N_0=3$, calcula el nombre de bacteris passades 4 hores si la població es duplica cada hora.

P8: Si $N_0=8$ i la població es duplica cada 30 minuts, calcula quants bacteris hi haurà al cap de 2 hores.



Activitat sobre gràfics:

P9: Afegeix les dades següents en un gràfic, on el temps sigui l'eix x i el nombre de bacteris a l'eix y:

Interval de temps (hores)	Nombre de bacteris (N)
0	4
1	8
2	16
3	32
4	

P10: Observa el gràfic i digues de quina manera la forma de la corba reflecteix el creixement exponencial. És lineal o exponencial?

Pensament crític

Preguntes de resposta breu:

P11: Com explicaries la diferència entre el creixement exponencial i el creixement lineal a algú que no està familiaritzat amb els termes?

P12: En una situació real, quins factors ambientals poden limitar el creixement exponencial dels bacteris?

Criteris d'avaluació

Respostes correctes: L'alumnat ha identificat sense problemes els conceptes del creixement exponencial i ha fet els càlculs correctes.

Creació de gràfics: L'alumnat ha indicat correctament els eixos, ha dibuixat els punts de les dades i ha sabut interpretar la forma de la corba de creixement exponencial.

Pensament crític: L'alumnat ha demostrat bona comprensió de les implicacions reals del creixement exponencial i els factors que poden influir-hi.

Avaluació de les respostes correctes per a la sessió de matemàtiques

P1: B) El nombre inicial de bacteris

P2: C) 80

P3: Cert

P4: Fals (en el creixement exponencial, la quantitat augmenta a partir d'un factor multiplicatiu i no per una quantitat fixa).



P5: 28 (perquè $N(2)=7 \cdot 2^2=28$)

P6: Temps (en hores o en l'interval de temps pertinent)

P7: $N(4)=3 \cdot 2^4=3 \cdot 16=48$

P8: $N(2)=8 \cdot 2^4=8 \cdot 16=128$ (Com que els bacteris es dupliquen cada 30 minuts, es produeixen 4 intervals de duplicació en 2 hores.)

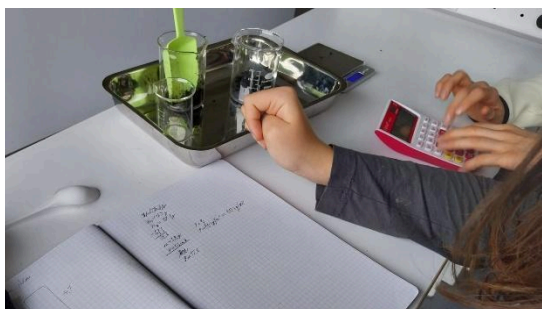
P9: (cal que al gràfic el temps aparegui a l'eix x i el nombre de bacteris a l'eix y, amb una corba exponencial que mostri un creixement ràpid.)

P10: La corba serà pronunciada, cosa que indica un creixement ràpid. Representa el creixement exponencial perquè el nombre de bacteris es duplica a cada interval de temps, i la corba es fa més pronunciada a mesura que va augmentant el temps.

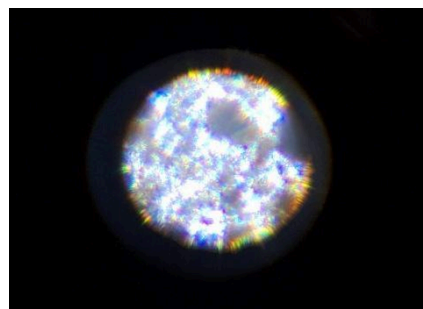
P11: El creixement exponencial fa referència a que la població augmenta a partir d'un factor multiplicatiu (com ara la duplicació), mentre que el creixement lineal indica un creixement de quantitat fixa a cada interval de temps. En el creixement exponencial, la corba es fa més pronunciada a mesura que passa el temps, mentre que el creixement lineal genera una línia recta.

P12: Entre els factors ambientals que poden limitar el creixement exponencial, trobem els nutrients limitats, l'espai, la competència o l'acumulació de residus, que poden alentir o aturar el creixement de bacteris.





Imatge 1 - Com mesurar la densitat del sòl



Imatge 2 - Observació amb el microscopi



Imatge 3 - Observació d'organismes vius en les mostres de sòl

