



# Que ve el llop! Una mirada científica i crítica als ecosistemes des de la ciència escolar

Mercè Guerrero Sala  
Professora de secundària jubilada  
[mguerre4@xtec.cat](mailto:mguerre4@xtec.cat)

Marina Elcacho Rovira  
Institut Montmeló, Montmeló  
[melcach2@xtec.cat](mailto:melcach2@xtec.cat)

**Citar com:** Guerrero, M. i Elcacho, M. (2026). Que ve el llop! Una mirada científica i crítica als ecosistemes des de la ciència escolar. *Ciències: Revista del professorat de ciències de primària i secundària*, (51), 552. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.552>

**Resum** • Comprendre com funcionen els ecosistemes i les relacions que s'hi estableixen entre els éssers vius és un objectiu clau de les ciències a l'ESO que ha de permetre, entre d'altres, formar ciutadans capaços d'interpretar problemàtiques ambientals reals i prendre decisions informades i responsables. La controvèrsia generada per la reintroducció del llop en un entorn del Prepirineu esdevé una situació d'aprenentatge en la qual es treballa el funcionament dels ecosistemes: des del flux d'energia i el cicle de la matèria fins a les relacions tròfiques i la dinàmica de poblacions. Es dona especial rellevància a processos com la fotosíntesi, la respiració cel·lular i el paper dels descomponedors, que permeten comprendre la circulació de la matèria i el manteniment de l'equilibri ecològic, d'importància clau per evitar desequilibris ambientals. Alhora, la seqüència fomenta el desenvolupament del pensament científic i crític mitjançant l'experimentació, la modelització i l'argumentació, incorporant la reflexió sobre els valors socials i ambientals associats a la gestió dels ecosistemes.

**Paraules clau** • Flux d'energia, cicle de la matèria, relacions tròfiques, dinàmica de poblacions, valors ambientals.

---

## Here comes the wolf! A scientific and critical perspective on ecosystems through school science

**Abstract** • Understanding how ecosystems function and how relationships are established among living organisms is a key objective of science education in secondary school, as it should enable, among other things, the development of citizens capable of interpreting real environmental issues and making informed and responsible decisions. The controversy surrounding the reintroduction of the wolf in a Pre-Pyrenean environment becomes a learning situation in which ecosystem functioning is addressed, from energy flow and matter cycling to trophic relationships and population dynamics. Special emphasis is placed on processes such as photosynthesis, cellular respiration and the role of decomposers, which make it possible to understand matter circulation and the maintenance of ecological balance, essential to prevent environmental imbalances. At the same time, the sequence fosters the development of scientific and critical thinking through experimentation, modelling and argumentation, while incorporating reflection on the social and environmental values associated with ecosystem management.

**Keywords** • energy flow, matter cycle, trophic relationships, population dynamics, environmental values.

---

Aquest article fa referència a la UD6 del projecte Ciències 12-15 que porta per títol “Que ve el llop!” concretament a la SA1 que es titula “El retorn del llop a Ventdelnord”, la SA2 titulada “Per què menja el llop?”, la SA3 que porta per títol “D’on surt la matèria orgànica?”, la SA4 que es titula “On van a parar les fulles seques?” i la SA5 titulada “Com evolucionen les poblacions?” [1]. Tota la UD6 està adreçada a alumnat de 2n d’ESO.

## INTRODUCCIÓ

La UD 6 del projecte Ciències 12-15 planteja una situació d’aprenentatge que parteix d’un problema real i proper: la reintroducció del llop en un entorn del Prepirineu. Aquest repte, amb implicacions ecològiques, econòmiques i socials, es converteix en un fil conductor per comprendre com funcionen els ecosistemes i per desenvolupar competències de pensament científic i argumentatiu.

La controvèrsia sobre el retorn del llop desperta emocions i posicionaments, i justament aquesta és la seva força didàctica: permet que l’alumnat senti la necessitat de comprendre per poder opinar amb fonament. En aquest marc, l’activitat científica escolar (ACE) es desplega com un procés actiu de modelització i raonament, on l’alumnat observa, experimenta, compara i argumenta.

Aquesta unitat, com la resta del projecte Ciències 12-15, pretén formar ciutadans que entenguin els grans sistemes naturals i que puguin actuar-hi amb responsabilitat. El treball amb el llop permet, alhora, introduir models científics clau – com el flux d’energia, el cicle de la matèria o l’equilibri ecològic– i reflexionar sobre valors ambientals i socials.

## EL RETORN DEL LLOP: UNA CONTROVÈRSIA QUE GENERA PREGUNTES

La UD6 comença amb la situació d’aprenentatge SA1: El retorn del llop a Ventdelnord, on s’explora la polèmica social que envolta aquesta reintroducció. A l’aula s’exposen les opinions de diferents col·lectius: els ramaders,

que temen pels seus ramats; els caçadors, preocupats per la competència del llop en la cacera de cérvols; i els turistes, que hi veuen un atractiu per a l’ecoturisme.

A partir d’aquestes perspectives, l’alumnat participa en una activitat d’introducció on ha d’analitzar per què es vol reintroduir el llop i no qualsevol altre depredador com el guepard. Aquest exercici requereix caracteritzar inicialment l’ecosistema tant en l’àmbit físic (clima, disponibilitat d’aigua, etc.) com en el biològic (espècies vegetals, consumidors primaris i secundaris), per tal de pensar raonadament sobre quin animal, el llop o el guepard, podria viure a la zona.

L’objectiu didàctic d’aquesta activitat és adonar-se de les idees prèvies i posar-les en qüestió. En les primeres explicacions, els nois i noies tendeixen a utilitzar raonaments basats en la intuïció o en la seva pròpia manera de veure el món, abans d’adonar-se que cal observar-lo des d’una mirada més científica. És en aquest moment quan es pot construir coneixement científic per arribar a entendre que les condicions del medi i les relacions tròfiques determinen la supervivència. Així, la controvèrsia inicial es transforma en un repte científic.

## PER QUÈ MENJA EL LLOP? L’ENERGIA QUE MOU VIDA

A continuació, a la SA2: Per què menja el llop?, s’aborda la necessitat vital d’alimentar-se. L’alumnat explora la relació entre alimentació i energia a partir d’una analogia entre la combustió cel·lular i la d’un cotxe que crema combustible per funcionar (Figura 1).

L’activitat central és cremar un fruit sec, un experiment senzill però molt significatiu. Es crema una nou i amb la calor s’escalfa aigua, i es mesuren l’augment de temperatura i la pèrdua de massa (Figura 2). Aquest experiment, que connecta química i biologia, pretén mostrar que la combustió és una transformació de la matèria que allibera energia.



Figura 1. Un cotxe serveix d'analogia amb el llop pel que fa a la combustió per obtenir energia.



Figura 2. Una nou cremant mostra la considerable quantitat d'energia d'alguns aliments.

A partir de la comparació entre situacions en què hi ha combustió, com en el cotxe o en una nou cremant, i la que té lloc en els éssers vius, els alumnes descobreixen que la respiració cel·lular és una combustió lenta, eficient i controlada, i entenen conceptes com la conservació de la massa i la transferència d'energia dins dels sistemes vius. Alhora, poden comprendre que les cèl·lules fan aquest procés per disposar d'energia per a les seves necessitats i les de tot l'organisme. De fet, existeix una relació directa entre l'energia despresa en cremar la nou, ja que és la mateixa que la que nosaltres obtenim quan les nostres cèl·lules realitzen la combustió cel·lular.

Finalment, tot analitzant un gràfic (Figura 3) sobre el consum d'oxigen del llop quan fa diferents activitats, l'alumnat relaciona l'esforç amb el metabolisme, ja que córrer darrere de la presa implica més demanda d'O<sub>2</sub> i d'energia, per tenir més èxit en la captura. Es consolida així el model energètic i s'aprèn que els organismes són sistemes oberts que intercanvien matèria i energia amb el medi.

Aquesta activitat és clau per integrar coneixements de diverses disciplines i promoure la modelització com a eina de comprensió. Els alumnes aprenen ciència fent de científics, objectiu que es pretén assolir al llarg de tot el projecte.

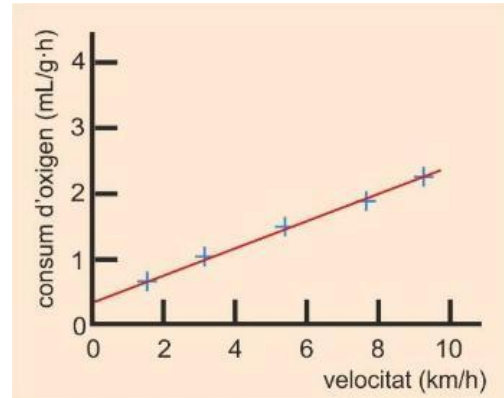


Figura 3. L'oxigen consumit pel llop depèn de la seva velocitat.

### D'ON SURT LA MATÈRIA ORGÀNICA? ELS PRODUCTORS I LA LLUM

A la SA3: D'on surt la matèria orgànica?, es planteja l'origen de la matèria orgànica en els ecosistemes. L'alumnat ha vist a la seqüència anterior que animals com el llop consumeixen matèria orgànica que obtenen de les seves preses (Figura 4) i que els proporciona energia i materials per viure. Altres animals s'alimenten de vegetals per obtenir també aquests productes. Aquest procés implica una transferència de matèria des de l'aliment a les cèl·lules dels consumidors, que utilitzaran per fer les seves funcions vitals. En tot cas ens podem plantejar ara com es pot regenerar la matèria orgànica a la natura. Per sustentar totes les necessitats dels consumidors, cal pensar en algun mecanisme que pugui fer una transferència, de matèria inorgànica a orgànica?



Figura 4. Un llop alimentant-se.



Figura 5. Preparació de la patata i el lugol per a l'experiment.

Per treballar en aquest mecanisme es promou que l'alumnat construeixi la idea de la fotosíntesi com el procés que, gràcies a l'energia que arriba del Sol en forma de llum, transforma matèria inorgànica en matèria orgànica. Aquesta idea s'aprèn a partir d'una sèrie d'experiments: la localització del midó amb lugol en cèl·lules de patata (Figura 5), la verificació de la necessitat de llum (tapant fulles amb paper un full opac) (Figura 6) i la producció d'oxigen amb *Elodea canadensis* sota la llum i a la foscor. En aquesta darrera activitat, la hipòtesi que els vegetals produeixen  $O_2$  en el procés fotosintètic s'haurà d'estudiar experimentalment. Inicialment, l'alumnat haurà de presentar diferents dissenys que permetin comprovar aquesta hipòtesi, i discutir quin mètode serà el més adient per analitzar aleshores paràmetres importants, com la disponibilitat de llum, de  $CO_2$  i d'aigua. Alhora, hem de pensar que aquesta experiència comporta un muntatge amb plantes submergides dins l'aigua, que enriqueix el model de fotosíntesi de l'alumnat, aplicant-lo en ecosistemes aquàtics. Un cop acordat el disseny més adient, els alumnes distribuïts en grups el posaran en marxa, uns sota l'acció de la llum (prop de la finestra, al pati, etc.) i altres a la foscor (dins d'un armari o habitació tancats sense que arribi la llum). L'alumnat podrà comprovar que s'acumula un gas al tub d'assaig "recol·lector" en el primer cas (Figura 7) i no en l'altre. Llavors només cal esbrinar quin dels gasos possibles,  $O_2$  o  $CO_2$  seria el component acumulat en el tub. En el guió es dona informació per esbrinar-ho a partir de les diferents solubilitats d'aquests gasos en l'aigua. En aquesta activitat l'alumnat ha de poder assegurar el coneixement de les condicions ambientals necessàries perquè es produeixi la fotosíntesi i les idees bàsiques de com té lloc el procés.



Figura 6. Muntatge de l'experiment per observar el paper de la llum i de la seva falta en la producció de midó de la planta.

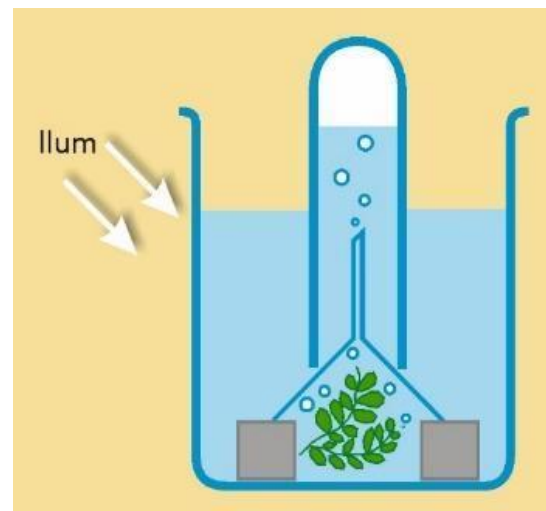


Figura 7. Experiment per provocar la producció d'oxigen en una planta aquàtica mitjançant la llum.

Una altra activitat inclou experiments quantitius per estimar la captació d'energia solar en una alzina: l'alumnat fa estimacions de la superfície foliar d'una alzina a la qual arriba energia solar, i ha de calcular la potència energètica que intercepta. Avançant en l'activitat ha de poder esbrinar quant de temps podria fer funcionar idealment una bombeta amb l'energia fixada per l'alzina (Figura 8). Aquest treball afavoreix el raonament numèric i l'aplicació del pensament STEM a contextos biològics. També cal destacar que quan es fan càlculs amb grans dimensions com un bosc es poden fer aproximacions o estimacions per facilitar el maneig de dades.

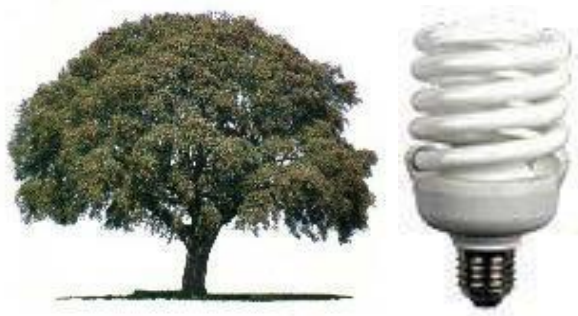


Figura 8. Podem comparar la potència de llum que arriba a un arbre amb la que consumeix una bombeta.

Per acabar, la proposta Les plantes respiren?, introdueix l'ús de l'indicador blau de bromotimol (Figura 9) per comprovar que les plantes també respiren. Pretenem ajudar l'alumnat a superar la idea prèvia molt estesa que les plantes no respiren, només fan fotosíntesi. I aquí val la pena detenir-se per aclarir idees. L'alumnat ha de poder interioritzar que organismes autòtrofs com els vegetals generen la seva pròpia matèria orgànica per fotosíntesi, que alhora suposa aliment per a molts consumidors. I aquest és un procés complex que fan les cèl·lules de les parts verdes dels vegetals. Així, aprofiten la llum solar i amb aigua i  $\text{CO}_2$  atmosfèric les cèl·lules faran aquesta transformació química que condueix a l'obtenció de matèria orgànica, alliberant alhora  $\text{O}_2$  a l'atmosfera. Tanmateix, les cèl·lules vegetals cal que disposin de l'energia necessària per poder mantenir les seves funcions vitals. L'alumnat coneix que la respiració cel·lular permet aquesta obtenció, i ara cal que la concreti en el cas dels vegetals en els quals a partir de la matèria generada per fotosíntesi, i utilitzant  $\text{O}_2$  atmosfèric en el procés, es podrà obtenir energia per a les cèl·lules dels vegetals, i a més alliberaran  $\text{CO}_2$  a l'atmosfera. L'alumnat ha de contrastar el cas dels vegetals amb el dels consumidors que obtenen matèria orgànica a partir d'alimentar-se d'altres éssers vius, i per respiració cel·lular n'obtenen l'energia que necessiten per mantenir les funcions vitals.

La seqüència acaba amb una activitat d'argumentació escrita: la redacció d'una carta a l'alcalde de Valldenord per justificar la posició sobre la reintroducció del llop després d'un incendi forestal. L'alumnat aplica el coneixement adquirit per elaborar un discurs raonat i fonamentat. Aquí la ciència escolar esdevé eina per a la presa de decisions socials.

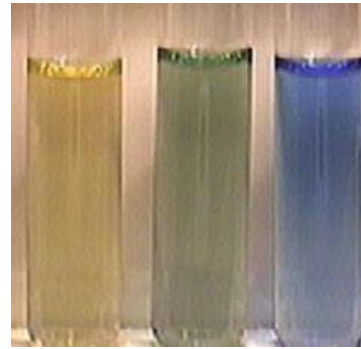


Figura 9. Diverses dissolucions amb blau de bromotimol.

Arribats a aquest punt els alumnes són capaços ja d'establir les connexions entre la supervivència dels organismes i les condicions ambientals i les relacions tròfiques dins l'ecosistema. Han estat capaços de raonar que el llop és un depredador adequat per a aquest ecosistema de Ventdelnord, ja que les seves necessitats alimentàries estan més ben adaptades que les d'altres depredadors com el guepard. A través de les activitats experimentals, com la combustió dels fruits secs i l'estudi de la fotosíntesi, els alumnes han comprès que la matèria i l'energia circulen de manera interdependent en els ecosistemes, i que el llop, com a consumidor secundari, necessita una font estable de matèria orgànica.

## ON VAN A PARAR LES FULLES SEQUES?

A la següent situació d'aprenentatge, SA4: On van a parar les fulles seques?, s'introdueixen els descomponedors en el cicle de la matèria, ja que és molt rellevant comprendre el paper d'aquests organismes en els ecosistemes. Cal que l'alumnat raoni que a la natura no tots els organismes d'un ecosistema seran aliment per altres i que els éssers vius deixen despulles quan moren, i que aquestes restes van a parar al sòl, on els organismes que hi viuen les descompondran i transformaran fins a convertir-les en matèria inorgànica. Cal reflexionar sobre l'energia que ells obtindran d'aquest procés, relacionant-ho novament amb la respiració cel·lular, i alliberant també  $\text{CO}_2$  a l'atmosfera i altres productes inorgànics al sòl, que passen a ser disponibles pels vegetals, tancant-se així el cicle.



Figura 10. Una cambra humida en una safata humitejada i tancada hermèticament.

A partir d'aquest context teòric l'alumnat una vegada més farà de jove científic que construeix cambres humides (Figura 10) per dipositar-hi un petit fragment de sòl amb restes de fulles seques. Podrà observar al microscopi la presència de bacteris, fongs, protoctists, nematodes i àcars. Aquestes observacions permeten identificar diferents regnes i relacionar-los amb el paper de cadascun dins del reciclatge natural.

Un objectiu transversal és millorar la comunicació científica: es demana als alumnes que descriguin amb precisió els organismes observats, utilitzant vocabulari científic i diagrames. És també una bona oportunitat per practicar el dibuix naturalístic.

Finalment, una activitat narrativa de nom "El viatge d'un àtom de carboni pretén que l'alumnat activi de manera creativa el que han après sobre la circulació de la matèria als ecosistemes, resseguint el camí d'un àtom de carboni. L'alumnat ha d'inferir el recorregut del carboni des d'una fulla fins que retorna a l'atmosfera, passant pel llop. Així s'ofereix també l'oportunitat de formalitzar el model de cicle tancat de la matèria (Figura 11).

Per acabar, una activitat sobre fertilitzants i adobs permet contrastar la funció dels nutrients naturals amb els productes químics que s'apliquen en els conreus, fent explícita la importància de mantenir els cicles naturals sense desequilibrar-los.

Aquesta seqüència convida a mirar la natura amb admiració: fins i tot allò que sembla mort o brut té un paper essencial. És una lliçó de ciència i d'humilitat.

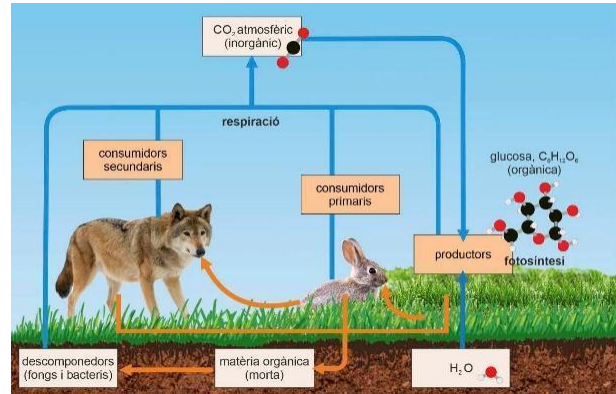


Figura 11. Cicle d'elements en un petit àmbit. Les fletxes blaves representen recorreguts del CO<sub>2</sub> i les taronja els de matèria orgànica.

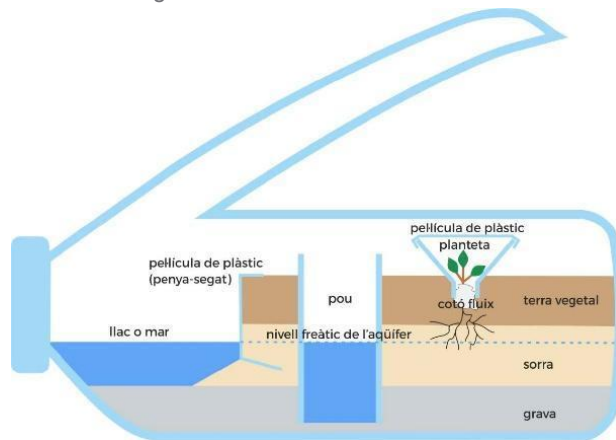


Figura 12. Diagrama de la simulació del cicle de l'aigua en una garrafa.

## COM EVOLUCIONEN LES POBLACIONS? L'EQUILIBRI DELS ECOSISTEMES

Hem anat veient com la UD6 se centra en els éssers vius i l'ecosistema on viuen. Pensem que ara és un bon moment perquè l'alumnat revisi el model de circulació de l'aigua a la natura que es proposa treballar a 1r d'ESO, ja que aquest contingut li permetrà tenir una visió més global i integrada dels ecosistemes. Al simular el cicle de l'aigua en una garrafa (Figura 12) es representa una maqueta dinàmica que l'alumnat construeix [2] amb materials senzills com aigua, pedres, terra i plantes. Dins de la garrafa es poden observar els canvis quan, per exemple, imitant la pluja, es rega la superfície del "sòl"; l'aigua s'infiltra per les zones permeables, i origina un "nivell freàtic". També es pot observar que l'aigua s'evapora i condensa i finalment una part retorna a la superfície en forma de "pluja" o es perd per escorrentia cap al "mar".

L'activitat també permet fer petites pràctiques sobre efectes de l'explotació de l'aigua subterrània. En conjunt es poden observar connexions entre l'aigua i el sòl, la vida i l'atmosfera.

Però el disseny permet anar més enllà analitzant aquestes connexions de sòl, éssers vius (vegetació i fauna) i atmosfera. És important fer inferències de com, possibles canvis en algun d'aquests "compartiments" poden afectar els altres. Per exemple, un sòl ben estructurat i amb una bona coberta vegetal tindrà més infiltració de l'aigua que els sòls descoberts de vegetació on l'aigua de pluja sovint es pot perdre per escorrentia. En aquest cas, menys aigua disponible pels vegetals fa disminuir la coberta vegetal i l'evapotranspiració. L'efecte conjunt pot produir a la llarga un canvi local del clima, amb menys precipitacions, i més desertització.

Amb una altra mirada volem que l'alumnat relacioni també que una bona coberta vegetal d'un ecosistema suposa més aliment pels herbívors de la zona, que podran expandir-se. Alhora si hi ha un excés d'herbívors s'empobrirà, a la llarga, la coberta vegetal (Figura 13) i alguns podrien acabar morint per falta d'aliment. Podem afegir que una coberta vegetal pobre farà vulnerable el sòl, que pot tendir a erosionar-se, i limitar així els éssers vius que hi podrien viure.

Llavors, la presència dels consumidors secundaris (carnívors o depredadors com el llop) actuen regulant les poblacions d'herbívors, alimentant-se de molts d'ells. La qual cosa ajuda a recuperar la coberta vegetal del sòl, conseqüentment i la circulació de l'aigua a l'ecosistema es veurà afavorida i el sòl podrà mantenir més fàcilment la seva estructura.

Són situacions que es donen a la natura i que la simulació del cicle de l'aigua en una garrafa pot ajudar a entendre tots aquests elements naturals i algunes de les seves connexions, i molt especialment la importància de mantenir un equilibri en el funcionament de tot el conjunt.

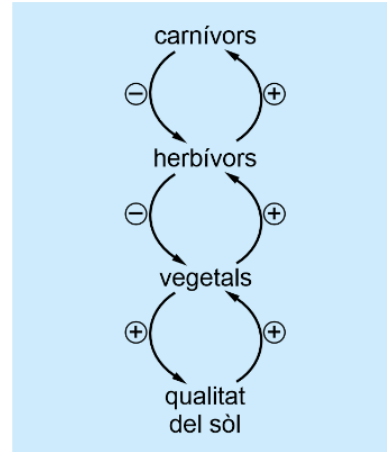


Figura 13. Cicles autoregulats que mantenen l'equilibri de l'ecosistema.

Finalment, a la SA5: Com evolucionen les poblacions?, s'utilitza una simulació informàtica [3] (accessible només des d'un compte xtec) per observar l'evolució de les poblacions de productors (pixallits), consumidors primaris (conills) i depredadors (guineus). Les gràfiques mostren cicles depredador-presa i permeten formalitzar els nivells tròfics, les seves connexions i la transferència de matèria. És especialment important poder comprendre per què les cadenes tròfiques són curtes, ja que a cada nivell l'energia disponible disminueix (Figura 14).

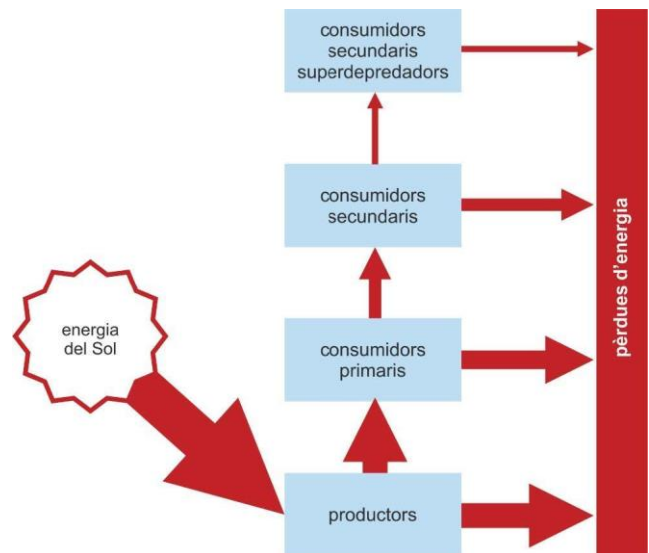


Figura 14. Al llarg de la cadena tròfica, l'energia útil disminueix.

Aquest treball culmina amb una tasca d'integració: els alumnes distribuïts en grups hauran de fer un pòster argumentatiu adreçat al veïnat amb arguments científics que considerin les possibles conseqüències de reintroduir el llop a Ventdelnord, de manera que els veïns puguin votar per l'opció més favorable per al seu entorn. Es pretén que l'alumnat pugui defensar una posició, integrant els coneixements de la UD6. Ahora, és una activitat en la qual cada alumne podrà avaluar l'aportació dels companys, i la seva pròpia, amb rúbriques d'avaluació. És un objectiu important que l'alumnat sigui conscient dels seus progressos fent una reflexió sobre com han evolucionat els seus arguments inicials sobre l'expectativa de reintroduir el llop i els arguments que ara disposen per actuar.

En aquesta fase, la ciència i la ciutadania es troben: aprendre a decidir amb rigor i empatia també és part essencial de la formació científica.

### FRACTURACIÓ HIDRÀULICA: UNA NOVA MIRADA CRÍTICA

Com a activitat de síntesi final de 2n d'ESO, es proposa el repte Fracturació hidràulica, sí o no?, on l'alumnat aplica els models apresos a un nou problema socioambiental. Han de comprendre la tècnica de la fracturació hidràulica, calcular volums d'aigua i additius químics i analitzar els efectes potencials sobre el medi i la salut.

Un cop els alumnes s'han informat de com són aquestes tècniques i dels seus pros i contres, utilitzen la tècnica de la palanca d'arguments, per col·locar unes targetes a favor i en contra segons el seu "pes" (impacte ambiental, cost, alternatives) (Figura 15). Aquest exercici simbòlic i reflexiu els ajuda a comprendre la necessitat de basar les decisions en dades, però també en valors. La ciència, així, es presenta com una eina per al diàleg i la responsabilitat.

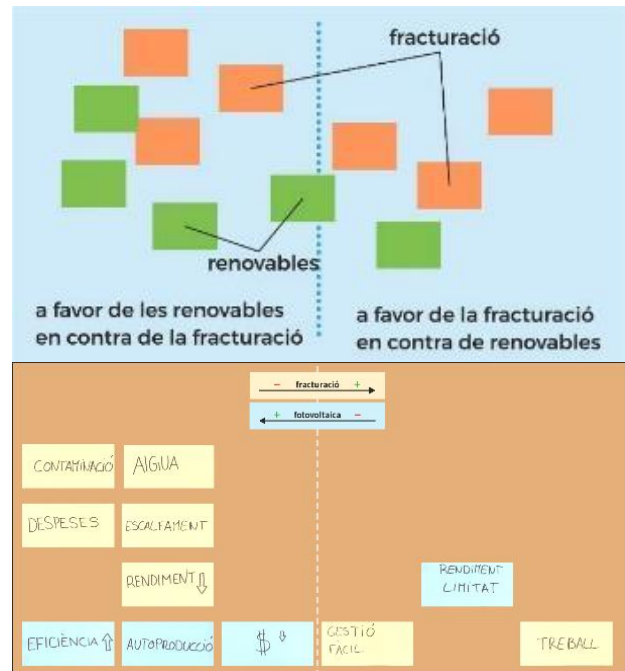


Figura 15. Palanca d'arguments amb diferent pes a cada factor: com més important es considera, més llun del centre es col·loca (a dalt). Disposició final en un dels grups: Els seus arguments s'inclinen a favor de la fotovoltaica (a sota).

### PER PENSAR-HI...

El títol Que ve el llop! evoca por, alerta i expectació, però també curiositat. Aquesta unitat convida a reconèixer que el llop no és només un depredador: és un símbol d'equilibri, un indicador de salut ecològica i una metàfora de la nostra relació amb la natura.

L'alumnat, a través de l'observació, l'experimentació i el debat, aprèn que la vida és una xarxa complexa d'interdependències, i que cada acció humana té conseqüències. Aprenen també que fer ciència no és repetir coneixements, sinó fer-se preguntes amb sentit.

El projecte Ciències 12-15 proposa una ciència escolar que emociona i que humanitza, que ajuda a construir ciutadania. Quan un alumne mira una safata plena de vida o defensa una opinió raonada sobre el llop, està fent molt més que estudiar ciències: està aprenent a pensar críticament, actuar amb responsabilitat i estimar el món que habita.

## NOTES

- [1] Costa, M., Lope, S., Marbà, A. i Muñoz, X.(2023) Que ve el llop! [Unitat 6 – Material Didàctic]. Ciències 12-15.  
[https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD6\\_Que\\_ve\\_el\\_llop\\_-\\_abril\\_2025.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD6_Que_ve_el_llop_-_abril_2025.pdf)
- [2] Ciències 12-15. UD2 Cicle de l'aigua en una garrafa [vídeo]. YouTube.  
[https://www.youtube.com/watch?v=IXMviMhMZ-8&list=PL5vYJ\\_gjTNwjT432UFAjzu92un4KDUNpj&index=4](https://www.youtube.com/watch?v=IXMviMhMZ-8&list=PL5vYJ_gjTNwjT432UFAjzu92un4KDUNpj&index=4)
- [3] Simulació informàtica:  
<https://drive.google.com/file/d/1d4o4pxQ1olzTPkH-swmggFOkMljZxYyu/view?usp=sharing>