

CIÈNCIES DE LA NATURALESA A L'ESO

Setembre de 2009

Introducció PÀGINA 2

- 1. Un currículum orientat a promoure el desenvolupament de competències** PÀGINA 4
- 2. Els continguts de la matèria i la seva seqüenciació** PÀGINA 9
- 3. La rellevància dels contextos en l'aprenentatge i la seva selecció** PÀGINA 30
- 4. Orientacions i estratègies metodològiques i d'avaluació**
PÀGINA 32



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació
**Direcció General de l'Educació
Bàsica i el Batxillerat**

www.xtec.cat/edubib

Introducció

Aquest document recull les idees centrals del currículum de la matèria de ciències de la naturalesa de l'educació secundària obligatòria i pretén aportar algunes claus per a la seva interpretació i aplicació a l'aula.

Els centres i els equips docents/departaments, en dissenyar les programacions, han de prendre decisions raonades que facilitin, d'una banda, adequar la pròpia proposta formativa al context educatiu del centre d'acord amb el perfil de l'alumnat, els seus interessos i ritmes d'aprenentatge i el seu context de pertinença –el barri i/o la localitat–; i, d'una altra, visualitzar els continguts rellevants i fonamentals que permetin construir un marc interpretatiu general que, després, l'alumnat pugui aplicar a altres situacions, problemes o realitats.

Pretendre treballar tots els continguts com si cada línia del currículum fos una lliçó, difícilment consolida un aprenentatge estimulante i efectiu. La llista de continguts és àmplia i el temps escolar és limitat. Per aquest motiu cal, d'una banda, estructurar els continguts establint vincles entre ells a l'entorn de models teòrics clau i, d'una altra, dotar l'alumnat d'estratègies de recerca a partir de les quals pugui fer-se preguntes, experimentar, trobar evidències, valorar, interpretar i actuar en el món que l'envolta de manera crítica, reflexiva i responsable.

Una lectura del currículum permet observar que les possibilitats de treball són àmplies i amb múltiples connexions entre les pròpies disciplines científiques i amb d'altres matèries. Això, que en principi pot representar un obstacle, es converteix en un element potent a l'hora de planificar el currículum, perquè evita l'atomització dels continguts i possibilita que allò que s'ensenya i s'aprèn sigui més significatiu per a l'alumnat.

També implica una revisió de les estratègies i metodologies d'aula, en incorporar o potenciar aquelles que desenvolupen un tipus d'aprenentatge orientat a l'adquisició de coneixements rellevants i estructurats, i a la seva aplicació en situacions i contextos diversos. En aquest sentit, els mètodes i estratègies basats en la participació i interacció de l'alumnat poden potenciar aquest tipus d'aprenentatge en la mesura que el coneixement es discuteix, es regula i s'aplica de forma cooperativa.

En aquest nou marc curricular per a l'adquisició de les competències bàsiques, les ciències de la naturalesa hi tenen un paper rellevant en la mesura que la seva finalitat és proporcionar a l'alumnat els coneixements científics i les estratègies que li possibilitin comprendre els fets i fenòmens del món i actuar de manera responsable i crítica.

Molt sovint s'utilitza el llibre de text com a única referència per decidir què hem d'ensenyar, en quin ordre i com ho hem d'ensenyar, però aquest recurs és tan sols un més entre els molts de què disposem. Les decisions curriculars les ha de prendre cada equip docent segons les característiques del seu alumnat, els recursos de què disposa i l'entorn social del centre educatiu.

La finalitat d'aquestes orientacions és, doncs, proporcionar als centres i als equips docents/departaments criteris per desenvolupar i concretar el currículum de ciències de la naturalesa, per tal que es puguin prendre decisions coherents i fonamentades.

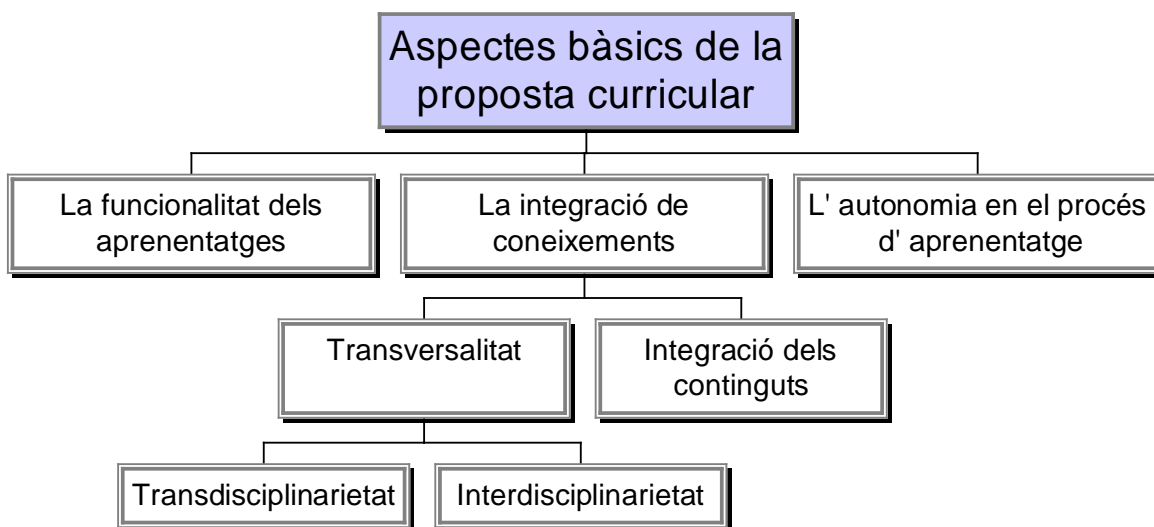
El document s'organitza en quatre apartats:

1. Un currículum orientat a promoure el desenvolupament de les competències.
2. Els continguts de la matèria i la seva seqüenciació.
3. La rellevància dels contextos en l'aprenentatge i la seva selecció.
4. Orientacions i estratègies metodològiques i d'avaluació.

1. Un currículum orientat a promoure el desenvolupament de les competències

Es considera que els aspectes clau que cal destacar en un ensenyament orientat al desenvolupament de competències són els següents: la integració de continguts, la funcionalitat dels aprenentatges i l'autonomia en el procés d'aprenentatge (vegeu quadre 1).

Quadre1. Aspectes bàsics de la proposta curricular fonamentada en el desenvolupament de competències



A continuació es plantegen algunes reflexions i exemples en relació amb la concreció d'aquests tres aspectes en el currículum de ciències de la naturalesa.

1.1. La integració de continguts

La integració de continguts s'entén en dos sentits: d'una banda, relacionar continguts disciplinaris diferents –*transversalitat*–, ja sigui corresponents a matèries diverses del currículum –*transdisciplinarietat*– ja sigui corresponents a una mateixa matèria (en aquest cas, la científica) –*interdisciplinarietat*–, i, de l'altra, integrar els continguts conceptuals, procedimentals i actitudinals:

a) La **transdisciplinarietat**, des de la perspectiva d'un currículum per competències, suposa buscar les relacions i les interseccions dels continguts de les ciències de la naturalesa amb els d'altres àrees, com la llengua, la matemàtica, les ciències socials o l'educació visual i plàstica, entre d'altres, i seqüenciar-los de forma coherent, evitant les repeticions, cavalcaments, decalatges i oblitats, tot prenent decisions sobre què, com, quan i per què s'ensenyen determinats continguts.

Per exemple, la representació del relleu terrestre i la lectura de mapes topogràfics es treballa tant des de les ciències de la naturalesa com de les ciències socials, i convé que l'alumnat compregui el concepte de proporcionalitat per poder entendre què és l'escala d'un mapa. Si, a més, es volgués construir una maqueta, caldrà prendre

acords compartits amb el professorat de tecnologia i també amb el professorat d'educació visual i plàstica. No és un inconvenient que un mateix contingut es treballi des de diverses matèries i en cursos diferents, sempre que se'n planifiqui l'ensenyament tenint en compte aquest fet, des d'una perspectiva del currículum en espiral.

b) La **interdisciplinarietat**, en canvi, suposa treballar els continguts de les diferents disciplines de l'àmbit de les ciències (les tradicionals biologia, física, geologia, química, però també les més novelles com la bioquímica, les ciències dels materials, etc.) de manera connectada o relacionada. La interpretació de fenòmens i problemes de la natura socialment rellevants a partir d'un tractament interdisciplinari afavoreix el desenvolupament d'un pensament complex en la mesura que els continguts es relacionen i s'enfoquen des de diferents perspectives i a diferents escales.

Pensem, per exemple, en el concepte de *nutrició*, que difícilment es pot comprendre sense incorporar conceptes con els de *canvi químic* o de *transferència d'energia*, continguts tots inclosos en el currículum de 3r d'ESO, encara que en diferents apartats. Al mateix temps, els conceptes metadisciplinaris esdevenen una eina molt valuosa per aprendre a mirar el món amb els ulls de la ciència i així, per exemple, reconèixer que davant de la *diversitat* d'organismes, objectes i fenòmens, la ciència busca trobar *regularitats*, o que davant dels *canvis* observats, la ciència busca identificar allò que no canvia (lleis de *conservació*).

c) Pel que fa a la **integració dels tres tipus de continguts** (conceptuals, procedimentals i actitudinals), el mateix currículum defineix "competència" com l'aplicació de coneixements, habilitats i actituds a la resolució de problemes en contextos diferents, amb qualitat i eficàcia. En l'anterior currículum de la LOGSE es va fer un pas endavant en identificar els tres tipus de continguts que s'havien de tenir en compte en ensenyar, quan anteriorment només es pensava en els conceptuals. A partir de la introducció del concepte de competència, el nou currículum vol posar de relleu que els tres tipus de continguts s'aprenen de manera integrada amb la finalitat de desenvolupar la capacitat d'actuar de l'alumnat en relació amb les diverses situacions de l'entorn.

Per exemple, la redacció del contingut "Caracterització de la matèria per la seva massa i per ocupar un volum. Mesura directa i indirecta de la massa i el volum de diferents sòlids, líquids i gasos. Ús de la balança i de material volumètric" (1r ESO), ens indica que no es pot separar l'aprenentatge dels conceptes de massa i de volum del coneixement dels instruments de mesura d'aquestes magnituds i de les actituds a aplicar per obtenir dades de qualitat, tot utilitzant instruments i mètodes de mesura. De la mateixa manera, quan es diu "Plantejament de mesures preventives i correctores de la contaminació dels recursos hídrics superficials i subterranis. Argumentació al voltant de les variables a tenir en compte en analitzar actuacions..." (3r ESO), s'està posant de relleu que té sentit aprendre els continguts conceptuals si es relacionen amb l'aprenentatge d'estratègies d'actuació i el desenvolupament de valors.

1.2. La funcionalitat dels aprenentatges

La funcionalitat dels aprenentatges, entesa com l'aplicació dels coneixements en diferents situacions i contextos, és imprescindible a l'hora de plantejar els temes de ciències de la naturalesa. En aquest sentit, el professorat ha de donar rellevància a la contextualització dels fets i fenòmens per assegurar la funcionalitat dels aprenentatges. En l'estudi dels diferents temes, cal crear situacions didàctiques que permetin l'aprenentatge de conceptes i procediments i la seva transferència per

facilitar la interpretació dels problemes a diferents escales espacials i temporals, així com la presa de decisions per actuar d'una manera fonamentada en el coneixement. Per tant, també comportarà reflexionar sobre els valors associats als diferents tipus d'actuacions.

Per exemple, a 2n d'ESO, un dels continguts del currículum és: "Anàlisi de la conservació i dissipació de l'energia en les transferències energètiques. Valoració del rendiment de determinades transferències energètiques en la vida quotidiana". Les preguntes o activitats per avaluar aquest aprenentatge, en la línia de les preguntes PISA, serien aquelles en què l'alumnat ha de demostrar que sap aplicar els continguts a l'anàlisi de situacions quotidianes, tant properes com llunyanes en l'espai i en el temps.

1.3. L'autonomia dels aprenentatges

L'autonomia, entesa com l'adquisició d'eines i estratègies per aprendre, és un aspecte clau a desenvolupar des de totes les matèries, atès que un currículum per competències té la finalitat que l'alumnat pugui continuar aprenent més enllà de l'escolaritat obligatòria. Així, mentre que un currículum associat només a l'aprenentatge de continguts capacita l'alumnat principalment per repetir els sabers apresos, el fonamentat en el desenvolupament de competències té un recorregut més ampli que s'inicia a l'escola i continua al llarg de la vida.

Per exemple, un dels aprenentatges del currículum de 2n curs es refereix a: "Cerca de dades a diferents fonts, especialment a Internet, a partir d'identificar paraules-clau i de l'anàlisi crítica de la informació trobada". Aquest contingut, que sens dubte es relaciona amb un aprenentatge necessari per continuar aprenent, comporta que l'alumnat ha d'apropiar-se, d'una banda, de coneixements en relació amb el contingut de la cerca que l'orientin sobre quines són les paraules-clau i, de l'altra, de criteris per poder valorar la possible qualitat de la informació.

Així, si es necessita informació per poder argumentar sobre la idoneïtat des del punt de vista ambiental en l'ús d'un material per a la fabricació d'un objecte, s'haurà d'haver après què cal buscar en relació amb el cicle de vida d'aquest material, a l'impacte sobre el medi del seu procés d'obtenció, ús i reciclatge, i a l'energia que es necessita per a aquests processos. I també caldrà haver après a fer una lectura crítica de les informacions trobades tot tenint en compte qui n'és l'autor, amb quina finalitat les escriu, quines evidències en dóna, quina fiabilitat tenen les dades, etc.

1.4. Aspectes clau per desenvolupar el currículum

Es poden establir deu aspectes que cal tenir en compte en aplicar un currículum orientat a promoure en l'alumnat el desenvolupament de les competències des de la matèria de ciències de la naturalesa:

a) *En seleccionar què ensenyem, cal pensar en clau de grans trames d'idees o models teòrics de la ciència que es treballen al llarg dels diferents cursos.*

Cal evitar transformar el currículum en un conjunt de lliçons plenes d'idees atomitzades, sense que els nois i noies percebin les interrelacions entre elles. Al mateix temps, aquests models han de ser prou generals i bàsics amb la finalitat de possibilitar-ne la transferència a la interpretació d'un nombre ampli de situacions, que, a més, tinguin una rellevància social (vegeu apartat 3) per a la reflexió sobre els models que es treballen al currículum d'ESO).

b) Planificar els diferents cursos tenint en compte que vagi augmentant el nivell de complexitat dels models o de les grans idees que es treballen.

És important treballar les idees més generals dels models en el primer curs i aprofundir-hi en els altres cursos. Cal que l'alumnat pugui percebre les connexions entre els coneixements que aprèn a cada curs. El model d'ésser viu treballat en el primer curs a partir d'analitzar que tenen en comú els diferents animals, s'amplia a segon, quan es treballa com les plantes fabriquen els seus aliments; a tercer, quan s'aprofundeix a tercer en el coneixement del cos humà; i a quart, en l'evolució de les espècies.

c) Interconnectar, sempre que sigui possible, els sabers corresponents a les diferents disciplines científiques.

Els models que es treballen a l'ESO corresponen fonamentalment a les disciplines científiques clàssiques. A l'hora d'interpretar fets o situacions de l'entorn de l'alumnat cal ajudar-lo a reconèixer les interconnexions i com s'enriqueixen mútuament. Sovint un problema tradicionalment associat a una disciplina pot ser utilitzat com a camp d'aplicació d'una altra. Per exemple, l'estudi dels canvis físics i químics en el procés de digestió dels aliments o alguns trets del procés de formació i meteorització en les roques pot ser usat a l'inici de la seqüència com a context d'aprenentatge a partir del qual promoure la construcció dels conceptes de canvi físic o canvi químic, o al final, com a aplicació dels coneixements apresos.

d) Planificar com ajudar l'alumnat a desenvolupar, al llarg dels cursos, els diferents aspectes que caracteritzen la competència científica.

Cal planificar de quina manera es promouran actituds i procediments com, per exemple: emocionar-se amb la ciència, fer-se preguntes, identificar què és una evidència, resoldre problemes oberts, argumentar de manera reflexiva i fonamentada, gaudir dels textos de ciències, actuar tenint en compte els sabers científics, etc.

e) Planificar amb el professorat de les altres matèries com ajudar l'alumnat a desenvolupar les competències bàsiques.

Els resultats de l'aprenentatge són millors si hi ha hagut un bon treball en equip entre el professorat. Sovint ens lamentem de la falta de temps per treballar tots els continguts del currículum, però una bona coordinació de l'equip de professorat fa molt més rendible el temps del qual es disposa, forçosament limitat.

f) Aprofundir molt especialment en el desenvolupament de les competències comunicativa i matemàtica.

S'aprèn ciència aprenent a parlar, a escriure i a llegir ciència, i aprenent a matematitzar els fenòmens. Cal aprendre llengua i matemàtica a les classes de ciències i recordar que sense aquests aprenentatges és impossible construir un coneixement científic significatiu.

g) Educar per a la ciutadania també és un component de l'educació científica.

Per afrontar l'anàlisi i discussió de problemes ambientals, comprendre les condicions per a una vida saludable, actuar com a consumidor responsable o promoure la pau, es requereix en molts casos disposar de coneixements científics per fonamentar els arguments i l'actuació. Quasi tots els temes del currículum de ciències naturals es poden relacionar amb aquests valors. Per tant, és important

identificar les temàtiques que poden ser més rellevants a treballar amb l'alumnat, moltes vegades depenent del seu entorn social.

h) Utilitzar les eines que ofereixen les TIC per aprendre.

La planificació del currículum a aplicar a l'aula s'ha de fer tenint en compte els recursos que ofereixen les TIC. Això obliga, d'una banda, a destriar molt bé entre continguts que són informacions que l'alumnat troba a la xarxa i que no cal memoritzar, i el coneixement que s'ha de construir per poder comprendre i analitzar críticament la informació disponible i, d'una altra, a rendibilitzar la gran quantitat de recursos i eines a l'abast de tothom.

i) Desenvolupar la creativitat i les possibilitats d'expressar-se a través de l'art.

Sovint es considera que la ciència és l'antítesi de l'art, però hi ha moltes activitats humanes que posen en contacte els dos móns. A més, la ciència requereix d'imaginació i creativitat, i l'activitat científica –també l'activitat científica escolar– és tot el contrari de repetir les definicions donades. La primera condició perquè l'alumnat aprengui és que sigui creatiu i es faci preguntes interessants, i ha de poder trobar el millor mitjà per expressar les seves idees, aprenentatges i sentiments.

j) Desenvolupar l'autonomia i la capacitat d'aprendre a aprendre.

Els alumnes que aprenen són els autònoms, els que són capaços de fer-se preguntes, de detectar possibles incoherències en les respostes provisionals que elaboren i de trobar camins per superar-les. La planificació del currículum ha de possibilitar que, a partir de la construcció de coneixement al voltant de grans idees bàsiques –models– i l'adquisició d'eines per autoregular-se, els joves puguin continuar aprenent al llarg de la seva vida. Per tant, cal també planificar com ensenyem l'alumnat a aprendre.

2. Els continguts de la matèria i la seva seqüenciació

Quan es fa una lectura dels continguts curriculars de la matèria de ciències de la naturalesa, la primera percepció és que en són molts i que faltaran temps per aconseguir que la majoria de l'alumnat els aprengui de manera significativa. I, tot i així, moltes vegades constatem que els continguts s'haurien d'ampliar i que falten conceptes importants en un ensenyament bàsic.

Per tant, la feina de seleccionar, organitzar i seqüenciar els continguts és necessària i important. Comporta valorar la significació i rellevància dels diferents continguts; en definitiva, el seu grau d'importància.

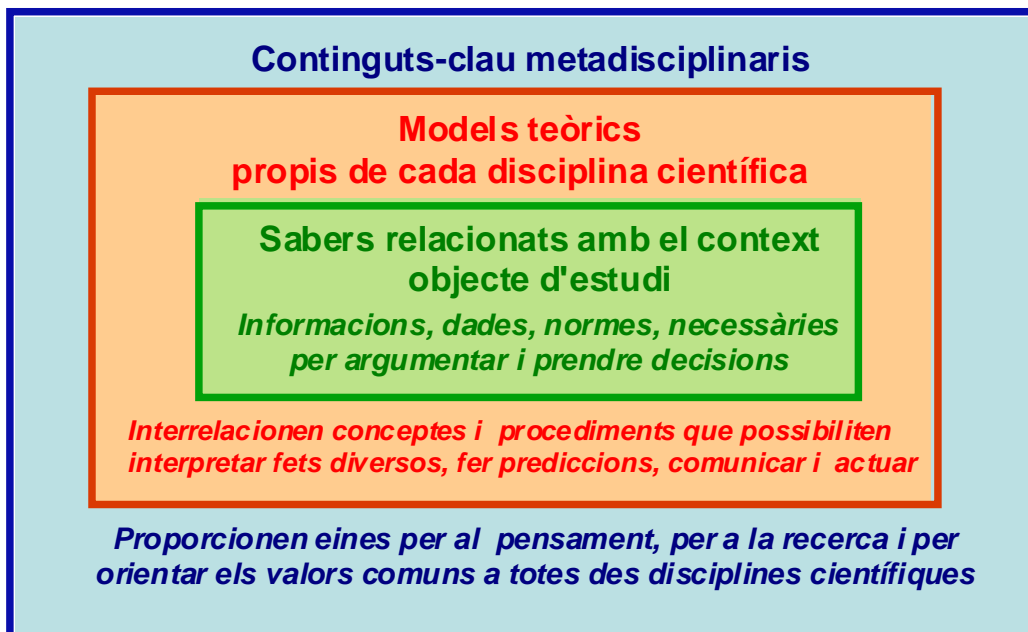
En aquest apartat s'analitzen els continguts del currículum i s'aporten criteris per a la seva selecció i seqüenciació.

2.1 Tipus de continguts

Una reflexió sobre els continguts de la matèria de ciències de la naturalesa ens porta a distingir-ne tres grans tipus (vegeu quadre 2):

- 2.1.1 Sabers supradisciplinaris comuns a les diferents disciplines científiques.
- 2.1.2 Sabers relacionats amb els models teòrics propis de cada disciplina científica.
- 2.1.3 Sabers relacionats amb el context objecte d'estudi.

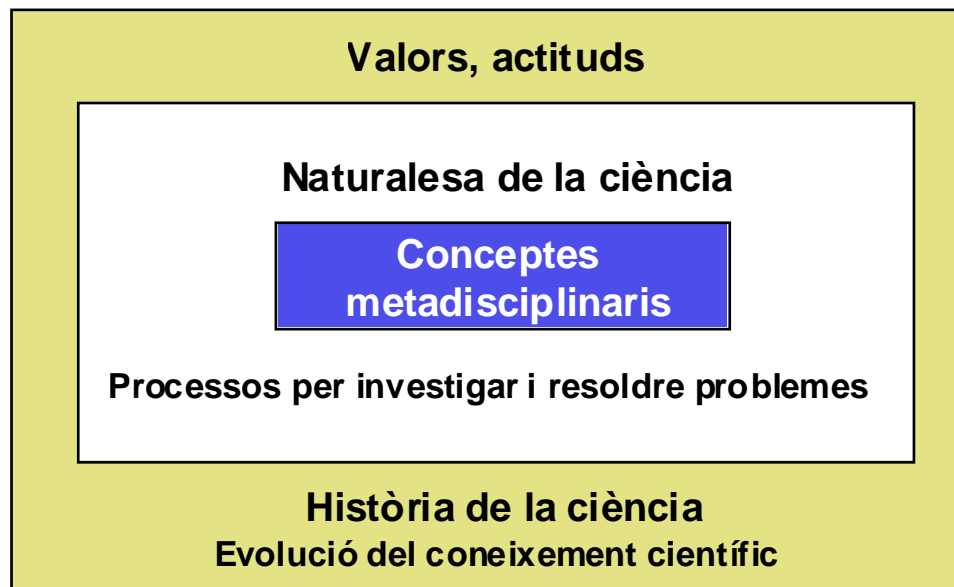
Quadre 2: Tipus de continguts que són objecte d'aprenentatge



2.1.1. Sabers supradisciplinaris

Són els continguts que proporcionen eines de pensament i de recerca molt globals, i que es relacionen amb els fonaments epistemològics de la ciència i els valors (vegeu quadre 3). Estan darrere de la planificació que fem de l'ensenyament d'algun tema i són comuns a tots els cursos. Podem distingir entre *conceptes metadisciplinaris*, *processos relacionats amb les metodologies de treball pròpies de la ciència*, i *valors i actituds*.

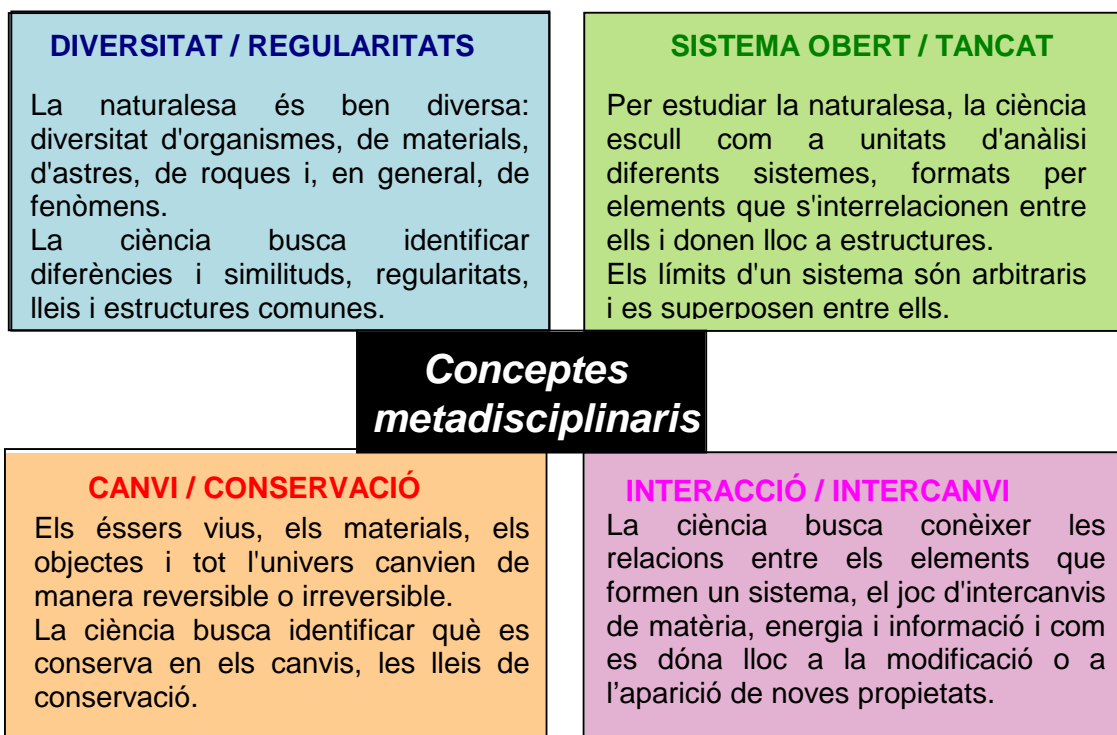
Quadre 3. Tipus de continguts supradisciplinaris



a) Per **conceptes metadisciplinaris** s'entenen aquells que són comuns a les diferents disciplines científiques i que es poden considerar com a idees que afavoreixen l'organització del coneixement (vegeu quadre 4).

Per exemple, si s'analitza el currículum de 1r d'ESO, es pot reconèixer que es treballen diferents sistemes que representen diversos nivells d'organització de la matèria a l'Univers: sistemes materials, sistemes vius, el sistema Terra i el sistema Solar. En cadascun d'ells s'aprofundeix molt especialment en la seva diversitat (de materials i de les seves propietats, d'éssers vius i de les seves parts, de roques i d'embolcalls de la Terra, i d'astres i dels seus moviments) i en els criteris per classificar-los (regularitats), però també s'analitza què canvia i què no canvia (les substàncies canvien d'estat però les partícules que les formen no canvien, etc.), i en les interaccions (entre materials, entre els éssers vius i el seu medi, entre els astres...), i els consegüents intercanvis de matèria, energia i informació.

Quadre 4. Exemple de conceptes metadisciplinaris



Si es tenen aquests conceptes metadisciplinaris com a referents, es poden reconèixer les preguntes-clau per formular a l'alumnat amb la finalitat d'orientar la seva manera de mirar els sistemes objecte d'estudi, d'experimentar, de raonar i de valorar. Alguns exemples de preguntes-clau són: quins són els components del sistema, com es relacionen i com estan estructurats, quines similituds i diferències hi ha entre ells, com es detecten els canvis i què ens imaginem què no canvia, o sobre què és allò que entra i surt del sistema, i què passa quan interacciona amb d'altres components d'aquest sistema.

b) Paral·lelament, a cada curs el currículum ha fixat uns *continguts relacionats amb l'aprenentatge dels processos, tècniques i procediments propis de la metodologia de treball de la ciència*. Més que parlar de metodologia científica, es tracta que l'alumnat faci servir aquests processos per construir el seu coneixement, per fer-lo evolucionar.

Tanmateix, el seu aprenentatge requereix dedicar-hi temps, per tal d'ajudar els nois i noies a regular les seves dificultats i a prendre consciència de les característiques del treball científic. Per exemple, no es pot pensar que aprenen espontàniament a fer bones preguntes o a extreure conclusions. Cal, per tant, dissenyar activitats específiques orientades al seu aprenentatge. En alguns casos són continguts transdisciplinaris, com l'elaboració de taules i gràfics per comunicar les dades o l'argumentació. Tot i així, no s'ha de separar l'aprenentatge d'aquests continguts de l'aprenentatge de continguts més conceptuals.

Tot i que són continguts que s'han de treballar sempre, a l'hora de seqüenciar-los serà important aprofundir en cada curs en alguns en especial. Una proposta podria ser:

- A **primer curs**, incidir en l'observació, la identificació de variables, la descripció, la mesura, la comunicació i el tractament de les dades, l'ús de

taules, la comparació i la identificació de regularitats, el plantejament de preguntes sorgides al comparar, etc.

- A **segon curs**, en l'anàlisi dels processos relacionats amb el disseny de petites recerques: plantejament de preguntes investigables, disseny de procediments per donar-hi resposta i cerca de dades, ús de gràfics per organitzar i tractar les dades, deducció i justificació de conclusions, i elaboració d'informes de recerca.
- A **tercer curs**, en els processos d'investigació, analitzant què comporta plantejar hipòtesis i validar-les, i què s'entén per evidència científica. També s'incideix en l'aprenentatge de l'argumentació, per ser capaç de defensar punts de vista tenint en compte la diversitat d'opinions.
- A **quart curs**, en l'aplicació d'aquests processos a la recerca a l'entorn de problemes i situacions complexes, reconeixent el grau d'incertesa de la ciència i el seu caràcter evolutiu.

A tots els cursos també caldrà situar el saber que estan aprenent els nois i noies en relació amb la història de la ciència, així com desenvolupar la seva capacitat d'utilitzar els nombrosos recursos que ofereixen les TIC per aprendre i comunicar.

c) Finalment, caldrà atendre de manera molt especial al desenvolupament de **les actituds i valors** que hi ha darrere de tot coneixement, de la seva aplicació i de la seva gènesi i aprenentatge. Cal donar una visió de la ciència que tingui en compte els valors associats, tant els que es consideren propis de la ciència (curiositat, creativitat, honestat, racionalitat, esperit crític, etc.), com els relacionats amb les aplicacions del coneixement científic i al reconeixement de la ciència com un saber cultural en evolució constant.

El currículum inclou aquests continguts i els relaciona amb altres més conceptuals o procedimentals. Per exemple, en relació amb l'estudi de l'energia, a 2n curs es demana que l'alumnat sigui capaç d'elaborar *propostes de mesures, individuals i col·lectives, d'estalvi energètic a l'entorn proper*. O, a 3r curs, *d'argumentar les conclusions d'una recerca tenint en compte punts de vista alternatius i el seu caràcter provisional*.

Seqüenciar el treball en relació amb les actituds i els valors és complex, ja que aquests continguts "atrapen" els alumnes (és a dir, se'ls fan seus) a partir de la manera com el grup els viu i posa en pràctica. Per exemple, el valor de la cooperació es desenvoluparà en funció de l'organització de l'aula i, molt especialment, de la percepció per part de l'alumnat que el professorat se'l creu i també l'aplica. Per tant, és quelcom que l'alumnat ha de poder viure de manera contínua i al llarg de tots els cursos.

Tanmateix, a cada curs es pot incidir en algunes actituds i valors de forma més específica. Una proposta de criteris per a la seqüenciació seria:

- A **primer curs**, caldria promoure molt especialment el desenvolupament de la curiositat, el desig per observar i manipular, per comparar i classificar, i la capacitat per sorprendre's i aportar interrogants a les classes. D'altra banda, cal estimular la valoració del treball manual; la precisió en la presa de dades i en l'ús del llenguatge; el reconeixement i aplicació d'unes normes de seguretat en la manipulació d'éssers vius, materials i utensilis; i l'assumpció de responsabilitats en el treball al laboratori i l'interès per evitar malbaratar

materials i utilitzar amb cura els instruments. També serà important incidir en el desenvolupament dels valors associats al treball en equip: col·laboració, cooperació, respecte als altres, diàleg, etc. Finalment, d'acord amb els continguts conceptuals treballats, caldrà aprofundir en el valor de la conservació de la biodiversitat en el nostre planeta i en la necessitat d'un ús responsable dels materials.

- A **segon curs**, es podria incidir en el desenvolupament de l'interès per donar resposta a preguntes a partir de l'experimentació i de la recerca en fonts d'informació, per dissenyar experiments, planificar tasques per resoldre algun problema i acabar els projectes, i per inventar jocs i aplicacions dels coneixements que aprenen. També cal desenvolupar la capacitat de l'alumnat per relacionar causes i efectes, per examinar les dades de forma crítica, per canviar les conclusions o judicis segons les dades obtingudes i per posar en qüestió els aspectes de la vida quotidiana relacionats amb supersticions. Finalment, atesos els continguts conceptuals treballats, cal aprofundir en el valor d'un ús sostenible de l'energia.
- A **tercer curs**, cal promoure el rigor en l'experimentació i en l'argumentació de les idees, tot incidint en la valoració de la necessitat de tenir en compte molts punts de vista a l'hora d'elaborar i avaluar conclusions. També cal aprofundir en la importància de persistir quan es du a terme un treball, tot i que no surti com es preveia, de posar l'esperit de col·laboració per davant del de competició i de reconèixer la part de pensament racional que intervé en una decisió. Finalment, d'acord amb els continguts conceptuals treballats, caldrà incidir en la necessitat de desenvolupar hàbits de vida saludables i de donar valor al paper de la ciència en el nostre món.
- A **quart curs**, cal estimular la valoració de la ciència com un coneixement en evolució, que forma part de la cultura de la humanitat, i de les interrelacions entre la ciència -i els seus mètodes- amb d'altres camps de coneixement no estrictament relacionats amb el científic. També s'ha de reconèixer el paper que han tingut les teories científiques en la història de la humanitat i valorar-ne la capacitat explicativa i predictiva.

2.1.2. Sabers relacionats amb els models teòrics de la ciència

Són aquells que possibiliten explicar un conjunt fenòmens i fer prediccions. Un model es pot definir com una xarxa d'idees, experiències, analogies, llenguatges, construït per respondre a preguntes sobre fets del món, coherent amb les dades provinents de l'experimentació i amb un gran poder explicatiu i predictiu. Per exemple, el model mecànic newtonià ens explica tant per què no cauen els planetes com per què cau una poma, i possibilita fer prediccions sobre característiques d'aquests fenòmens i de molts d'altres.

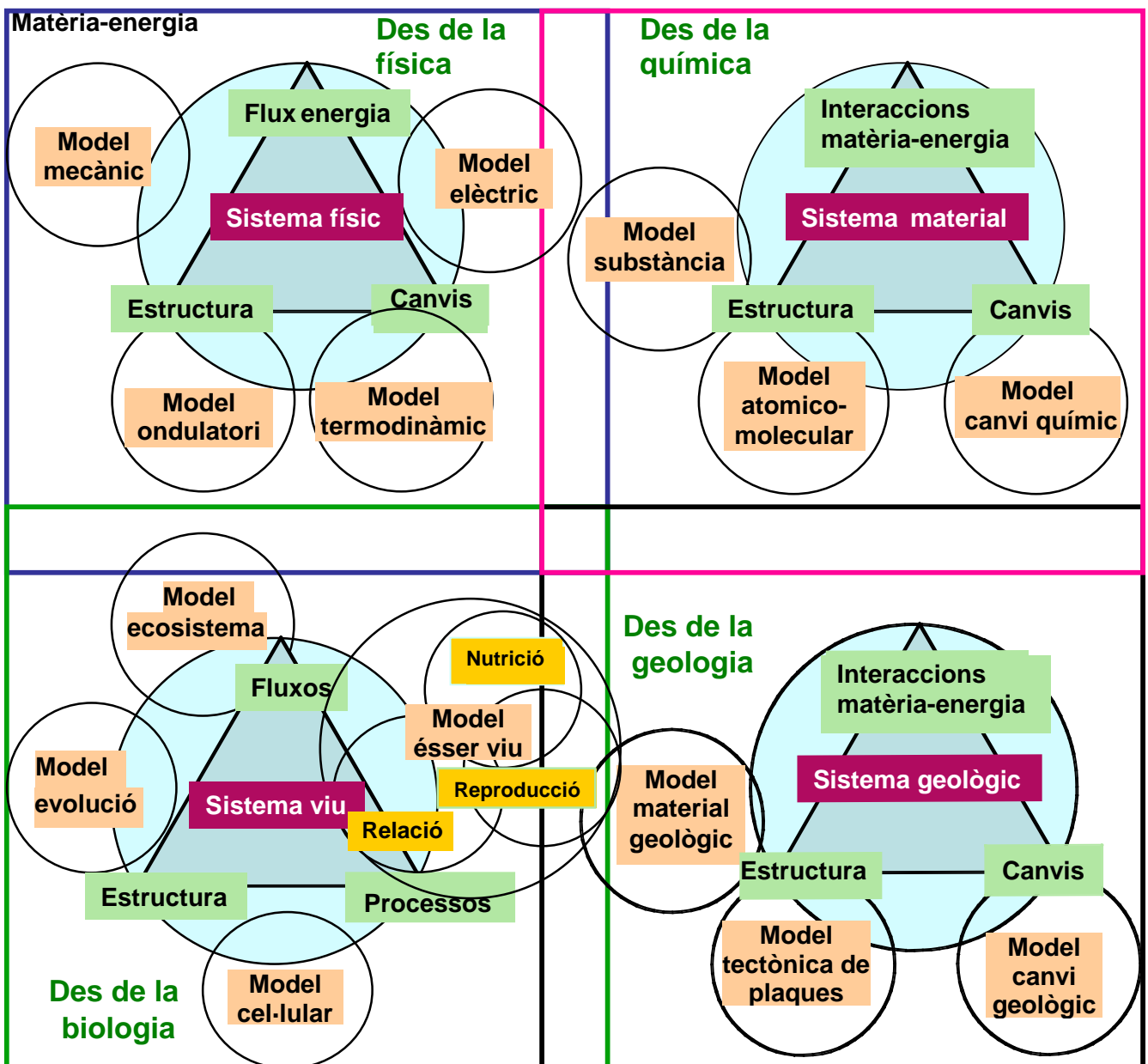
El repte és que l'alumnat, a partir de l'aprenentatge d'uns models –que forçosament hauran de ser pocs, però bàsics i essencials des de la matèria–, sigui capaç d'interpretar moltes situacions i d'afrontar la resolució de problemes rellevants de la nostra societat.

Els models teòrics són, de fet, maneres de mirar el món, i han estat construïts al llarg de la història de la ciència a través de les diverses disciplines. Un mateix fet es pot explicar des de diferents mirades o models en funció de la pregunta que ens fem. Per exemple, davant d'una roca ens podem preguntar com s'ha originat i, per respondre,

cal disposar d'un model de canvi geològic. Però també ens podem preguntar sobre els materials que la formen, sobre la seva estructura i com explicar-ne les propietats i, per fer-ho, cal disposar d'un model de la matèria. Però també es poden fer prediccions sobre si és idònia per a un tipus de construcció i, aleshores, necessitem disposar d'un model provinent de la mecànica.

Normalment, per respondre preguntes complexes o poder argumentar entorn d'algun problema, l'alumnat haurà d'aprendre a relacionar diferents models. Per exemple, per argumentar entorn del problema de l'aigua i la idoneïtat o no dels transvasaments, cal que l'alumnat disposi de diferents models teòrics, provinents tant de les disciplines científiques com d'altres camps de coneixement.

Quadre 5: Models que es desenvolupen al currículum de l'ESO



Tan important serà, doncs, aprendre els models bàsics de la ciència com saber relacionar-los. De fet, moltes de les preguntes que es fa la ciència actualment es responen a través de models interdisciplinaris. Pensem, per exemple, en els models de l'ecologia o en els generats per analitzar el canvi climàtic.

El currículum bàsic ha d'abordar l'ensenyament de models molt generals i d'alguns submodels, és a dir, anar des del més general al més particular. L'alumnat, a partir dels estudis que continuï realitzant, podrà anar aprofundint en el coneixement d'aquests models teòrics i dels diferents submodels, moltes vegades especialitzant-se en algun camp; però l'ESO és l'etapa on s'han de construir les idees bàsiques i generals.

En el currículum d'aquesta etapa es poden identificar els models i submodels que es resumeixen en el quadre 5.

El currículum de les matèries es pot organitzar i seqüenciar a partir de diferents eixos. Així, es poden escollir com a eixos per a la seqüenciació la sèrie de conceptes metadisciplinaris i aprofundir en un d'ells a cada curs, o bé l'aprenentatge dels diferents processos que caracteritzen la metodologia de treball científica.

El currículum establert opta per una seqüenciació segons els models bàsics associats a les disciplines científiques tradicionals. Això no vol dir que es proposi ensenyar-los de manera aïllada i sense tenir en compte l'elevat nombre de relacions que es donen entre ells. És més, sempre que sigui possible, s'ha de promoure el plantejament d'unes unitats didàctiques interdisciplinàries, en les quals es posin en relació, per al seu aprenentatge, continguts de diferents disciplines. La justificació és que allò que s'ensenya ha de tenir sentit per a l'alumnat, el qual ha de poder copsar que li és útil en la seva vida quotidiana i que li possibilita afrontar la resolució de problemes reals.

A continuació, s'analitzen els continguts des de les quatre disciplines científiques bàsiques i la seva seqüenciació.

Des de la biologia

La proposta curricular des de la perspectiva de la biologia incideix en la construcció del *model 'ésser viu'* a partir de l'estudi dels submodels que el configuren i la seva aplicació a situacions cada vegada més complexes.

- L'objectiu de **primer curs** és la construcció del concepte *ésser viu*, tot identificant, interpretant i analitzant la diversitat i les regularitats que els éssers vius presenten. Així, doncs, convé que l'alumnat adquireixi una manera de pensar els éssers vius que li permeti estudiar, sempre des d'un mateix punt de vista, els diferents grups d'organismes.

Una bona manera de començar l'estudi de l'ésser viu és, doncs, partir de l'observació i l'anàlisi de diferents éssers vius en comparació amb objectes i construir, entre tots i d'acord amb les evidències trobades, un model d'ésser viu coherent amb el científic. O també debatre, per exemple, si el corall és o no un ésser viu i analitzar les evidències que l'alumnat aporta per justificar la seva decisió (vegeu quadre 9). En aquest curs serà fonamental, doncs, desenvolupar en l'alumnat la capacitat de buscar evidències de cadascun dels submodels proposats (nutrició, relació i reproducció) i d'aplicar-les en els grans grups d'éssers vius (per exemple, introduint la taxonomia a partir de l'observació, directa o indirecta, de com realitzen les mateixes funcions

diferents éssers vius). Així mateix, l'estudi de la diversitat dels éssers vius permet introduir el model "evolució".

És també en aquest curs on s'esdevé el primer moment de contacte amb la teoria cel·lular, però s'ha d'introduir quan l'alumnat ja hagi construït una primera representació del model "ésser viu". L'objectiu és que l'alumnat es comenci a familiaritzar amb la idea de la cèl·lula com a unitat estructural i funcional dels éssers vius. Els òrgans cel·lulars s'han d'introduir només en el moment que l'alumnat els pugui relacionar amb la seva funció. També es pot aprofitar l'estudi de la cèl·lula per treballar la manera de fer observacions científiques, relacionant les evidències amb el model.

- En el **segon curs**, la proposta curricular fa referència a aplicar al cas de les cèl·lules el model après a primer, amb la qual cosa es dona sentit a la definició de cèl·lula com a unitat estructural i funcional dels éssers vius. Això vol dir que l'alumnat haurà de reconèixer evidències de la nutrició, relació i reproducció a escala cel·lular, aprofundint en els coneixements del curs anterior, que se situaven sobretot a escala organisme.

Així, la nutrició cel·lular és vista com un intercanvi de determinades substàncies i una transferència d'energia amb el medi extracel·lular; la reproducció cel·lular, com una transmissió d'informació d'una cèl·lula a unes altres, i la relació, com la capacitat cel·lular de captar estímuls i generar respostes. Es proposa diferenciar entre reproducció sexual i asexual a partir de la reflexió sobre si els descendents reben tota la informació d'un sol progenitor o de dos de diferents (sense necessitat d'endinsar-se en el procés de transmissió, sinó centrant-se només en el resultat obtingut).

La funció de relació, és a dir, la captació d'estímuls i la gènesi de respostes, és estudiada tot reflexionant sobre algunes de les respostes i dels estímuls que es poden observar a la natura. Trobar la necessitat de pensar en receptors, en estímuls i en la capacitat de generar respostes ha de ser el resultat d'observar diferents comportaments en els animals i relacionar-los amb cèl·lules especialitzades.

També es proposa la introducció dels conceptes de nutrició autòtrofa i heteròtrofa des d'una perspectiva biològica, és a dir, anant més enllà dels canvis químics que les caracteritzen per centrar-nos, en cada cas, en la font de matèria i energia, en els avantatges i els inconvenients de cadascuna i en la seva relació amb els hàbitats de vida dels diferents éssers vius. És important partir sempre del nivell macroscòpic –com, per exemple, la fulla– i acabar en el microscòpic –les cèl·lules d'aquesta fulla–, per arribar a explicar com es duen a terme les funcions.

Finalment, es proposa iniciar la formalització del concepte d'ecosistema tot identificant les poblacions d'individus que el formen i aprenent a interpretar el seu funcionament utilitzant un model anàleg al d'ésser viu (es produeixen intercanvis de matèria i energia, i l'adaptació es pot explicar com la capacitat de respondre a variacions del medi).

Es pot començar a treballar a partir d'un medi natural proper al centre escolar (qualsevol àrea erma, zona rural o camp abandonat), identificant tots els elements, tant els biòtics com els abiòtics, i reflexionant sobre com interaccionen amb els individus de cadascuna de les espècies o poblacions presents. Una vegada construïda una primera representació del concepte

d'ecosistema, es pot aplicar a la interpretació d'un altre medi natural perquè l'alumnat aprengui a generalitzar.

- A **tercer curs** es proposa l'aplicació del model "ésser viu" a l'ésser humà. En cadascun dels tres grans blocs (reproducció, nutrició i respostes del cos) es fa especial referència a la salut i als aspectes emocionals de la conducta sexual, alimentària i de relació. Un dels objectius serà, doncs, el coneixement del propi cos i dels factors que en condicionen el funcionament.

Una altra vegada, l'anàlisi consisteix a utilitzar el model "ésser viu" i interpretar els canvis en el cos humà a escala orgànica i cel·lular com a intercanvis de matèria i energia, com a transmissió d'informació genètica i com a captació d'estímuls i generació de respostes i, per tant, amb capacitat d'autoregulació.

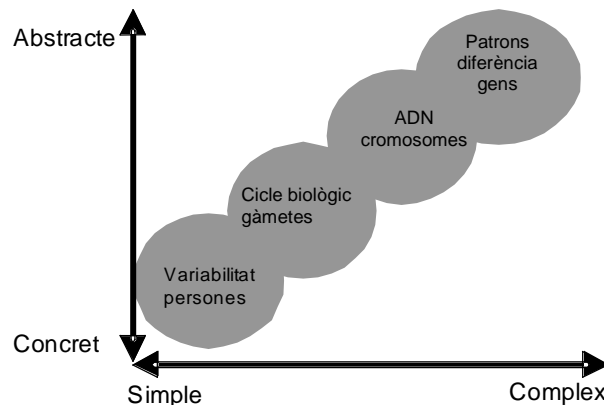
És una oportunitat per aprofundir en el model, tot ampliant el significat dels conceptes construïts a d'altres cursos, i evitant que es transformi en un estudi del cos humà memorístic, descriptiu i estàtic.

És important treballar les diferents funcions des d'una perspectiva sistèmica, per exemple, reconeixent la relació que hi ha entre el cor i la mà o entre la nutrició i el funcionament del cervell, tant a l'escala de l'organisme com a l'escala cel·lular, i a partir de l'anàlisi de temàtiques de gran repercussió en la salut individual i col·lectiva: l'anorèxia, l'automedicació, el consum de drogues, el control de natalitat, etc.

- A **quart curs**, que és optatiu, es proposa una visió més complexa de la vida, fent èmfasi en la conservació i els canvis. Així, s'introdueix la teoria cromosòmica a partir de la variabilitat entre persones (una altra vegada, a partir d'un problema quotidià de fàcil reconeixement per a tothom s'arriba al coneixement científic).

La variabilitat observada permetrà introduir la funció de les cèl·lules sexuals relacionant-les amb el cicle biològic i els cromosomes com a estructura que es conserva, es duplica i es transmet per mitosi, o bé per meiosi. Per últim, es pot introduir l'ADN com una de les substàncies de què estan fets els cromosomes, fent especial èmfasi en la seva funció biològica: capacitat d'emmagatzemar informació i de replicar-se, fent ús de la maquinària cel·lular (vegeu quadre 6).

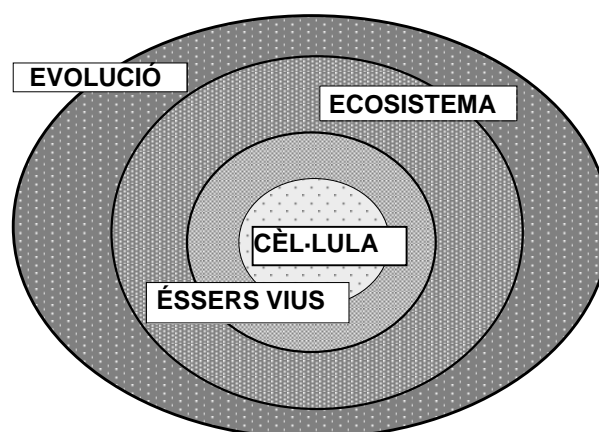
Quadre 6: Microseqüenciació de l'estudi de l'herència



[Font: García, M. P., "Els models organitzadors del currículum en biologia". *Ciències*, núm. 6, març 2007.]

Finalment, es treballa una primera aproximació al concepte d'evolució i a les teories clàssiques per explicar-lo (lamarkisme i darwinisme), com a maneres d'interpretar les diferents evidències que els científics han anat trobant. Es proposa comparar les teories, de manera que es puguin reconèixer les participacions de cadascuna en la teoria actual. La comparació de diferents formes de vida també permet l'estudi de la biodiversitat al llarg de la història del planeta. El quadre 7 mostra els grans models teòrics entorn dels quals s'estructura el currículum de biologia a l'ESO.

Quadre 7: Grans models entorn als quals estructurar el currículum de biologia



[Font: García, M. P., "Els models organitzadors del currículum en biologia". *Ciències*, núm. 6, març 2007.]

Des de la física

La proposta curricular, des de la perspectiva de la física, incideix en la caracterització de diferents *sistemes físics*, a partir de reconèixer-ne l'estructura, la ubicació en l'espai i el temps, i els canvis relacionats amb les transferències d'energia.

- A **primer curs** es planteja el coneixement de l'estructura de l'Univers i, més específicament, del sistema solar. No es tracta tant de conèixer noms i característiques dels diferents astres com d'identificar-ne la diversitat, de representar l'Univers com una estructura i de fer-ne una primera aproximació a la seva escala, tant espacial com temporal. En relació amb el sistema solar, es busca incidir especialment en l'anàlisi dels diferents moviments dels astres i la seva relació amb l'explicació de fenòmens com el dia i la nit, els eclipsis o les estacions. També és un tema adient per introduir l'alumnat en la visió de la ciència com un coneixement en evolució constant.

Com en tots els temes objecte d'estudi de la ciència, és important començar per l'observació directa del cel, sempre que sigui possible. Representar-se l'Univers requereix desenvolupar la capacitat d'imaginar i de pensar en funció de les tres dimensions de l'espai i de nombres molt grans i, per tant, és quasi imprescindible arribar-hi de manera transdisciplinària amb l'ajut de les matemàtiques.

En aquest curs també es proposa una iniciació a l'estudi de fenòmens meteorològics. Tot i que els conceptes de forces, pressions i energia es treballaran a segon curs, els alumnes poden caracteritzar aquests fenòmens i començar-ne a reconèixer la complexitat, a partir d'identificar variables que condicionen el temps atmosfèric i de mesurar-les.

Per a l'estudi dels diferents fenòmens meteorològics i de les variables que hi influeixen és important, d'una banda, relacionar-los amb els instruments i les unitats de mesura i, d'una altra, amb la resolució d'algun problema. Per exemple, es pot plantejar la qüestió de saber quanta aigua cau al terrat de l'institut per tal de fer propostes per recollir-la i reutilitzar-la. Per resoldre el problema es pot construir un pluviòmetre i fer-ne uns càlculs. No cal dir que si aquest treball es planteja d'acord amb les matèries de tecnologies i matemàtiques, els resultats d'aprenentatge podran ser més rics (vegeu l'activitat a l'annex 1).

- A **segon curs**, l'eix és el concepte d'energia que relaciona tots els continguts, ja que els diferents fenòmens que es vol que l'alumnat sigui capaç de comprendre necessiten d'aquest concepte (ja sigui per interpretar fenòmens físics, ja sigui canvis en la Terra o en els éssers vius i en els ecosistemes).

En primer lloc, es proposa fer una introducció a la construcció del model físic mecànic, a partir de l'anàlisi de fenòmens en els quals l'alumnat haurà d'identificar les interaccions i a interpretar-les amb el model mecànic o de forces. També es proposa que l'alumnat doni sentit físic a conceptes com els d'espai, temps, posició, velocitat i acceleració, i reconegui el caràcter relatiu del moviment.

L'anàlisi de fenòmens relacionats amb els accidents de trànsit és, per exemple, un bon context per donar sentit a l'estudi d'aquests continguts. També ho és aprofundir en la interpretació de fenòmens que s'han començat a treballar a primer curs, com és el cas dels meteorològics. L'alumnat pot deduir algunes regularitats o lleis a partir de l'experimentació i, també, de la simulació. Són, alhora, temàtiques que és important treballar en relació amb les matemàtiques, ja que el seu estudi resulta molt més significatiu per a l'alumnat i s'aprofita més el temps.

En segon lloc, s'aprofundirà en la construcció del concepte d'energia incidint en les diferents maneres de transferir-la i en l'anàlisi del rendiment d'aquestes transferències. La finalitat és que l'alumnat sàpiga què es vol dir quan es parla de la necessitat d'estalviar l'energia. I també, que pugui fer propostes argumentades sobre mesures en aquest sentit, aplicables en la seva vida quotidiana, que tinguin en compte la cadena energètica (per exemple: "En quin cas estalvio més energia: quan consumeixo una cola en envàs de vidre, d'alumini o de llauna?").

Es pot partir de l'estudi del sistema de calefacció a l'escola o a casa, o de com les plantes transfereixen l'energia del Sol als aliments que fabriquen i com s'aprofita l'energia que aquests emmagatzemen en diferents activitats (des de la nutrició a l'obtenció de biocombustibles), o de l'energia que ha estat necessària per obtenir els ingredients de l'entrepà que ens mengem al matí o per fabricar la roba que portem. És important començar l'estudi analitzant fenòmens o problemes coneguts per l'alumnat i abstrure a poc a poc les idees-clau en relació amb aquest concepte (fonts i receptors d'energia, transformació i transferència, conservació i dissipació).

- A **tercer curs**, es continua aprofundint en el concepte d'energia, en aquest cas analitzant amb més detall com es transfereix l'energia en les reaccions químiques i en els sistemes elèctrics.

En els darrers anys, l'estudi dels sistemes elèctrics s'ha deixat sovint en mans de la tecnologia, però caldria pensar més en un tractament interdisciplinari, de manera que des de la ciència s'aprofundís en el coneixement dels fonaments del funcionament dels sistemes elèctrics. L'electricitat és una font d'energia que utilitzem contínuament i hauria ser objecte d'estudi a les classes de ciència per tal de saber-la usar de manera responsable.

El fet de relacionar el seu estudi amb el de l'estructura de la matèria possibilita identificar les característiques de les entitats-càrregues elèctriques, el seu moviment i com es produeix la transferència d'energia. Però, en molts casos, pot ser més idoni començar per l'estudi del funcionament d'un aparell elèctric d'ús quotidià i de les magnituds que els nois i noies ja han incorporat al seu vocabulari. Per exemple, tothom parla de la potència que té un determinat aparell; es pot començar, doncs, per comprendre què s'entén per aquest concepte i arribar, finalment, al d'intensitat i càrrega elèctrica.

No cal dir que és fonamental mesurar les diferents variables utilitzant instruments apropiats, realitzar el muntatge de circuits i, fins i tot, desmuntar aparells. L'alumnat pot deduir experimentalment lleis com la d'Ohm, però sempre cal ajudar-los a connectar el nou coneixement amb els fenòmens del seu entorn que aquest interpreta. Finalment, serà important relacionar el coneixement de l'electricitat amb el de processos biològics.

- A **quart curs** (optatiu), s'aprofundeix en l'estudi dels sistemes mecànics i dels sistemes ondulatoris.

Els models a treballar es corresponen amb dos grans camps de coneixement de la física. D'una banda, es planteja una aproximació al coneixement del model mecànic newtonià que fins ara només s'havia treballat de manera qualitativa. Tot i que els continguts curriculars finalitzen amb l'estudi de l'Univers, la seqüenciació podria començar per la seva observació i pel plantejament de preguntes per donar resposta a les quals cal construir un model que, de fet, integra tots els altres continguts. Els estudiants s'acostumen a preguntar, per exemple, per què no cauen els astres, i aquest pot ser un bon punt de partida.

D'una altra banda, s'introdueix el model ondulatori per interpretar fenòmens ben diversos. Aquest estudi possibilita establir moltes interrelacions amb disciplines com la biologia, la música i la tecnologia, i connectar amb molts dels interessos de l'alumnat com, per exemple, com ens arriba el so (i les imatges) a través dels mòbils –com arriba el senyal (ones electromagnètiques) i com hi podem sentir (ones mecàniques)–, com funciona un aparell microones, o amb problemàtiques ambientals relacionades amb les radiacions.

Des de la geologia

La proposta curricular, des de la perspectiva de la geologia, incideix en la construcció d'un model per interpretar l'estructura de la Terra i els seus canvis.

- A **primer curs**, es planteja l'estudi de la Terra des d'un punt de vista holístic, com a sistema que conté els següents subsistemes: atmosfera, hidrosfera, biosfera i geosfera, que interaccionen entre ells. Per a cadascun del subsistemes, a partir de l'observació directa o indirecta, identificarem els elements que els conformen i la seva estructura, així com alguns dels canvis que hi tenen lloc. La finalitat serà poder interpretar diferents fenòmens, la seva relació amb la vida al planeta i la seva sostenibilitat.

Una proposta de seqüenciació és iniciar l'estudi pel subsistema més extern, l'atmosfera, per acabar a la geosfera amb l'estudi dels materials que formen la part sòlida de la Terra, tot i que sempre serà important reconèixer les interaccions entre subsistemes. Els fenòmens atmosfèrics són perceptibles i l'alumnat pot identificar i mesurar alguns dels factors que els condicionen, però la seva interpretació haurà de ser objecte d'estudi a segon curs.

El cicle de l'aigua permet fer una interrelació clara entre l'atmosfera, la hidrosfera, la biosfera i la geosfera. L'estudi dels processos com l'evaporació, la condensació, la transpiració, la infiltració i la circulació subterrània ajuden a comprendre com l'acció de cadascun d'ells afecta a la dinàmica general de la circulació de l'aigua al planeta. Per exemple, el cicle de l'aigua només es pot entendre si s'interrelacionen els diferents subsistemes.

Els diferents tipus de minerals i roques s'han d'estudiar ajudant l'alumnat a utilitzar claus senzilles per a la seva identificació, especialment d'aquells tipus propis del territori –els que es troben al camp, a la ciutat, a les cases–, a reconèixer les relacions entre les seves propietats i/o composició i els seus usos quotidians, i a disposar de criteris per utilitzar-los de manera responsable. Una idea clau és considerar que cadascun dels materials que componen la part sòlida de la Terra té un origen situat en el temps i en l'espai, i que alguns dels elements o estructures que els componen, per exemple els fòssils o la presència de cristalls o grans, en permeten identificar l'origen.

- A **segon curs**, es proposa l'estudi dels canvis a la superfície de la Terra deguts a la interacció dels agents geològics externs (aire, aigua, éssers vius...) i l'energia interna del planeta.

Es proposa començar pels processos externs que es desenvolupen a la superfície de la Terra, perquè els seus efectes són els més observables. Caldrà partir de situacions problema on s'observi que l'acció dels agents geològics externs (pluja, vent, gel...) provoca canvis en edificis o relleus, i que els canvis són el resultat de la interacció entre l'agent i el material, atès que una mateixa acció no provoca sempre un mateix efecte.

La finalitat és aprofundir en aprenentatges del primer curs i reconèixer que el relleu o la dinàmica externa són el resultat de l'acció conjunta de l'aire de l'atmosfera, de l'aigua de la hidrosfera, dels éssers vius i de la gravetat, que actuen sobre els materials de la superfície de la Terra. També cal interpretar el relleu com a resultat de l'acció constructiva que desenvolupen els agents interns (a més de l'acció dels agents geològics externs). L'observació directa o

indirecta de paisatges de Catalunya amb modelats característics pot ser el punt de partida per analitzar-ne l'origen i l'evolució, tot identificant els processos geològics externs que els han generat.

Ara serà el moment d'estructurar el mecanisme de formació de les roques sedimentàries i entendre que, de nou, són el resultat d'un conjunt de processos, en aquest cas externs (meteorització, erosió, transport, sedimentació i diagènesi). Dins les roques sedimentàries es pot fer èmfasi en el carbó i el petroli. El seu estudi permetrà incidir en la lentitud de la majoria dels processos geològics en relació amb la vida de l'ésser humà i, per tant, aportar criteris per tal de promoure'n l'aprofitament racional i sostenible.

Els processos geològics interns són sempre més difícils d'explicar per la seva inaccessibilitat. Per això es proposa identificar i reconèixer tres de les principals manifestacions de l'energia interna del planeta: els volcans, els terratrèmols i les deformacions de les roques (plecs i falles). La interpretació d'aquests fenòmens a la llum de la teoria de la tectònica de plaques porta, de manera inicial, a identificar l'estructura i la dinàmica de la geosfera. Reconèixer les dificultats d'accés de manera directa a l'interior de la Terra pot ser una bona ocasió per plantejar aspectes de mètodes d'estudi indirecte (ones sísmiques, ones sonores...). Es tracta de fer una primera aproximació a la tectònica de plaques, amb l'objectiu que l'alumnat es comenci a familiaritzar amb aquesta teoria i la consideri com un marc global per entendre els processos que es donen en l'actualitat i els que es van donar en el passat, i per predir-ne l'actuació futura. Estudiar amb els alumnes les evidències (geogràfiques, geològiques i paleoclimàtiques) que van portar a la formulació de la deriva continental és un bon exemple de gènesi del coneixement científic.

El coneixement de processos interns possibilita fer una primera aproximació a alguns dels mecanismes de formació de les roques magmàtiques i metamòrfiques. L'anàlisi de les seves característiques possibilita establir relacions amb algun dels seus usos.

- A **tercer curs**, es proposa l'estudi de la interacció entre els diferents subsistemes i l'activitat humana i és, per tant, el moment per emfatitzar l'ús dels continguts apresos en cursos anteriors per analitzar i/o interpretar diferents fenòmens.

A primer curs s'han tractat els principals aspectes de la dinàmica de l'atmosfera, la hidrosfera i la geosfera. En aquest, es tracta de reconèixer algunes de les activitats humanes que incideixen en aquests subsistemes; és a dir, es farà èmfasi en els impactes mediambientals, en l'avaluació de riscos i en el plantejament de mesures de predicció i prevenció.

Caldrà reconèixer agents contaminants, la relació entre contaminació i concentració de substàncies contaminants, i els efectes de la contaminació en l'atmosfera, en la hidrosfera i en el sòl. Són temes estretament relacionats amb els continguts de química que es treballen en aquest mateix curs.

És important partir de l'anàlisi de problemàtiques properes, defugint de tan sols descriure-les i de donar normes de conducta. En canvi, s'hauria de promoure que l'alumnat pogués explicar els problemes i argumentar de manera fonamentada possibles causes i solucions. Per exemple, l'anàlisi de la problemàtica dels residus ha de fonamentar-se en l'estudi dels cicles de matèria i dels fluxos d'energia, i en el del seu impacte en els ecosistemes o en

la composició de l'atmosfera. En molts casos, l'argumentació comportarà quantificar i tenir en compte també factors socials, per la qual cosa pot ser objecte d'un treball interdisciplinari.

També haurien de ser objecte d'estudi l'impacte de fenòmens naturals atmosfèrics, de la hidrosfera o geològics, com sequeres, inundacions, tornados, esllavissaments, terratrèmols, erupcions volcàniques, etc. L'objectiu és que l'alumnat sigui capaç d'identificar i argumentar alguns d'aquests riscos, i plantejar de manera fonamentada les possibles mesures de predicció i prevenció. Per argumentar, caldrà que l'alumnat aprengui a representar el relleu terrestre i a interpretar mapes topogràfics, i també recuperar idees associades a la teoria de la tectònica de plaques.

- A **quart curs** (optatiu), el contingut clau és el temps geològic. Les roques, que per a la percepció humana són elements inerts, són arxius d'històries fascinants des de l'observació geològica. Problematitzar amb l'alumnat aquesta diferent percepció dels fenòmens permetrà introduir la noció de temps geològic i la seva unitat bàsica, el milió d'anys.

Per reconstruir la història geològica cal investigar les roques que trobem a fi d'interpretar, desxifrar i reconstruir la història d'una determinada zona. En aquest sentit, els fòssils són elements bàsics en la reconstrucció del passat en tant que ajuden a caracteritzar el medi i les condicions de vida en diferents moments de la història de la Terra. Serà important dissenyar estratègies que permetin a l'alumnat entendre i interpretar talls i mapes geològics per identificar diferents ambients.

És també el moment de treballar amb profunditat la teoria de la tectònica de plaques. Aquesta es presenta d'acord amb la seva evolució històrica, començant per la deriva continental formulada per Wegener fins a la formulació actual, fent èmfasi en la diversitat d'evidències a l'abast.

Des de la química

La proposta curricular, des de la perspectiva de la química, incideix en la construcció d'un model per interpretar el comportament dels sistemes materials, que parteix de la caracterització dels submodels '*substància*' (o, com alguns l'anomenen, 'espècie química') i '*canvi químic*'.

- A **primer curs**, l'objectiu és la construcció de la idea de *substància*, a partir de caracteritzar-la per les seves propietats i per la impossibilitat de separar-ne components per mètodes físics. L'alumnat ha d'apropiar-se de les eines per pensar sobre els materials, reconeixent que els criteris de classificació es poden fonamentar tant en les propietats (metalls i no metalls, àcids i bases, etc.) com en la composició (mesclures heterogènies, solucions, col·loides, substàncies pures).

Una bona manera de començar l'estudi de les substàncies és a partir d'identificar les propietats que més les caracteritzen i en funció de les quals les utilitzem o constitueixen un problema ambiental. Per tant, convé escollir algun material o materials d'ús habitual i trobar evidències que possibilitin concloure si és una substància pura o no. Com a processos, es treballen molt especialment l'observació, la comparació, la classificació, la mesura i el tractament dels errors.

En el currículum es proposa aprofundir especialment en el coneixement de l'aigua, de l'aire i de roques i minerals, ja que això possibilita relacionar aquest aprenentatge amb els dels embolcalls de la Terra. Si s'escull aprofundir en l'aigua com a substància, es poden treballar propietats que són rellevants des del punt de vista ambiental com, per exemple, el fet de trobar-se a la natura en els tres estats, l'anòmala variació de la densitat amb la temperatura, la gran capacitat calorífica, l'elevada tensió superficial o la seva acció com a solvent.

No té gaire sentit estudiar les propietats per elles mateixes. Per exemple, no hi ha dubte que la densitat és una propietat fonamental que tots els alumnes han de poder mesurar i definir, però sempre en funció de respondre a alguna pregunta rellevant com, per exemple: per què el petroli que es vessa en el mar sura?, per què l'aigua del fons del mar normalment està a 4°C?, per què l'aigua quan es congela pot trencar canonades?, etc.

En aquest curs també s'ha d'introduir el model de partícules per poder explicar algunes propietats de les substàncies, així com certs canvis i diferències en els tipus de mesclures.

Al final, l'alumnat hauria de ser capaç de representar-se quina informació haurà de buscar o quins experiments pot fer per poder concloure quin material és més idoni per a ser utilitzat amb una determinada finalitat, tenint en compte també el seu impacte ambiental.

- A **segon curs**, no es treballen específicament sistemes materials, però els continguts que s'especifiquen possibiliten ampliar tant el tipus de materials estudiats, com els seus canvis i les propietats analitzades. Per exemple, en aquest curs, els materials es caracteritzen segons que siguin conductors o no de la calor, o s'identifiquen canvis en les roques per l'acció de l'aigua o l'aire.

D'una altra banda, es comencen a observar i a caracteritzar canvis químics (en les roques, fotosíntesi, respiració...). El model de canvi químic com a tal és treballa especialment a tercer curs, però aquests fenòmens són una bona ocasió per començar a reconèixer que es tracta de canvis en els quals les substàncies inicials i finals són diferents.

- A **tercer curs**, s'aprofundeix en el model "substància" i s'introdueix el model "canvi químic".

Des d'una visió del currículum en espiral, es revisen conceptes introduïts a primer curs i, per tant, serà important tenir-ho en compte i evitar repeticions. És en aquest curs que les substàncies pures es diferencien entre elements i compostos. De nou, no té gaire sentit treballar els conceptes en abstracte, i sí en canvi per observar i entendre com és alguna substància o material d'ús quotidià, com canvia, com s'obté, per què s'utilitza. Alguns exemples de substàncies són: sal comuna, begudes, teixits, materials de construcció, combustibles, etc.

A partir d'identificar uns quants elements coneguts, es poden situar a la Taula Periòdica i, així, començar a familiaritzar-se amb aquest sistema de classificació i reconèixer diferents tipus de regularitats entre els elements. També es poden identificar les propietats dels elements radioactius que els diferencien dels altres. És quan volem explicar les propietats d'elements i de

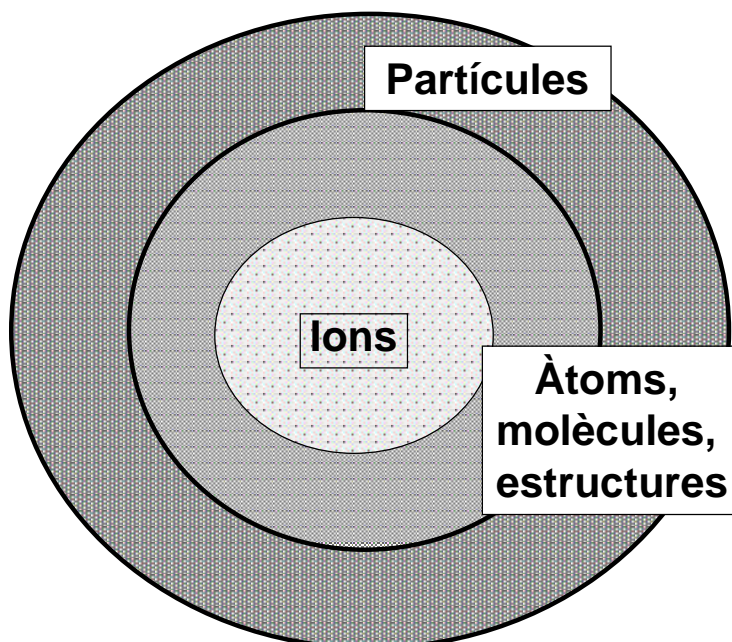
compostos que necessitem imaginar la matèria formada per àtoms, molècules i ions –que són tipus de partícules–, que donen lloc a diferents tipus d'estructures.

Paral·lelament, s'introdueix el model de canvi químic. Pot ser útil començar per recordar canvis químics observats el curs anterior o en l'obtenció d'elements a partir de compostos i deduir què és el que caracteritza un canvi com a canvi químic. Un exemple pràctic que es pot plantejar per tal d'explorar les idees inicials de l'alumnat entorn de la conservació de la matèria en un canvi químic i de l'aplicació de processos propis del treball científic (predir, observar i extreure conclusions) és a partir del que passa quan s'afegeix un comprimit efervescent dins una ampolla amb aigua i es pesa (vegeu l'activitat a l'annex 2).

També es pot aprofundir en els canvis químics que tenen lloc en el procés de nutrició o en diferents activitats humanes amb impacte ambiental que són objecte d'estudi en aquest mateix curs, analitzant què canvia i què es conserva en aquest tipus de canvis, quines variables influeixen en la seva velocitat i quina transferència d'energia es produeix. L'alumnat ha de poder reconèixer que el model li és útil per comprendre aquest tipus de fenòmens i per poder argumentar actuacions.

En aquest sentit, serà important que l'alumnat aprengui a plantejar hipòtesis i a dissenyar experiments que comportin controlar variables. Es tracta que identifiqui evidències fruit de l'experimentació, reconeixent-ne les limitacions, i que sigui capaç de comunicar el procés seguit per obtenir-les a partir de la redacció d'informes experimentals.

Quadre 8: Diferents escales d'aproximació a l'estudi de l'estructura de la matèria



No és un objectiu bàsic que l'alumnat utilitzi el llenguatge químic de forma sistemàtica, però sí, que pugui començar a comprendre el significat d'algunes fórmules de les substàncies i de les reaccions químiques observades.

- A **quart curs** (optatiu), es continua aprofundint en el model de substància i de canvi químic. El principal objectiu d'aquest curs serà explicar propietats de les substàncies i dels seus canvis segons el tipus d'enllaç entre els àtoms, els ions o les molècules que formen part de la seva estructura.

De nou, cal insistir que s'ha de partir de l'estudi de materials d'ús quotidià i per respondre a problemes o preguntes amb un cert nivell de complexitat. Serà important escollir-los per la seva representativitat, per comprendre el tipus de canvis químics que es proposen treballar en aquest curs, especialment àcids i bases en solució aquosa i reaccions de neutralització, hidrocarburs i la seva combustió o ús per a l'obtenció d'altres materials, en concret, de polímers.

2.1.3. Sabers relacionats amb el context o problema objecte d'estudi

Són informacions sobre fets, dades i tècniques concretes, que tenen a veure amb la situació escollida per a l'aprenentatge dels continguts anteriors i que són necessàries per resoldre el problema plantejat.

En aquest moment, aquests sabers són a l'abast de tothom, principalment a través d'Internet, i no té cap sentit perdre temps a memoritzar-los. En canvi, és important aprendre a trobar-los i a llegir-los críticament, per tal de poder concloure sobre la seva validesa. Per tant, aquest tipus de continguts no es recull en el currículum, però sí, en canvi, els processos associats a l'obtenció d'informació per diferents mitjans i a la lectura crítica.

Per exemple, si per promoure l'aprenentatge dels models relacionats amb l'estudi dels sistemes materials s'escull aprofundir en el coneixement dels plàstics, serà normal que els nois i les noies aprenguin molt sobre aquests materials: tipus, propietats, canvis, cicle, usos... Tanmateix, no s'ha de pretendre que memoritzin aquestes informacions, sinó que l'aprenentatge de les característiques dels sistemes materials els serveixi per aplicar aquest coneixement a la cerca i anàlisi d'informacions. És impossible que l'alumnat, a l'ESO, arribi a conèixer tots els principals tipus de materials, però serà bàsic que disposi de criteris per decidir, quan ho necessiti, quina informació ha de cercar, on i com ho ha de fer.

De la mateixa manera, cal evitar que l'alumnat dediqui massa temps a fer treballs de recollida i transcripció literal d'informació, ja sigui sobre diferents organismes, ecosistemes, minerals, astres o materials. La recerca d'informació tindrà sentit sempre que sigui útil per respondre a una pregunta i resoldre un problema, per trobar evidències que confirmen o no una hipòtesi, o per contrastar els propis punts de vista amb els d'altres. Dels criteris per a la selecció de contextos d'aprenentatge, se'n parla més àmpliament en l'apartat 3.

2.2 Criteris a tenir en compte en la selecció i seqüenciació dels continguts

En l'ensenyament no hi ha receptes que assegurin un bon aprenentatge. Que l'alumnat aprengui és el resultat d'un procés complex, en què es relacionen moltes variables. Tanmateix, tampoc és el resultat de l'atzar. Una bona selecció i seqüència dels continguts és, sens dubte, una de les condicions necessàries. Alguns criteris a tenir en compte són:

- a) *Seleccionar quin és el model teòric –o models– amb què es vol ajudar l'alumnat a aprendre i identificar els principals continguts –de tot tipus– associats.***

Els conceptes, procediments i actituds s'han d'aprendre de forma integrada, tot organitzant-los en el marc d'un model teòric general i abstracte, a partir d'afrontar l'anàlisi d'una situació o problema. Pot ser que la interpretació global de la situació exigeixi treballar més d'un model teòric, però normalment es treballaran un a un, posant-los en relació sempre que calgui. Per tant, quan es prepara una unitat didàctica, és important tenir clar quin és el model que es vol treballar i quins són els continguts més importants que el configuren. Sovint, per preparar la selecció d'aquests continguts, és útil fer un mapa conceptual o un esquema que posi de manifest la jerarquització dels conceptes, procediments i valors implicats, i les seves relacions.

- b) *Identificar quins continguts associats al model seleccionat per a l'aprenentatge de l'alumnat són més importants.***

És a dir, cada "línia del currículum" és diferent, tant pel que fa a la seva característica de coneixement bàsic com al temps necessari per al seu aprenentatge. Moltes vegades, el context seleccionat ja condiona que es prioritzin uns continguts per damunt d'altres. Per exemple, si ens plantejem com evoluciona un bosc després d'un incendi i quines accions caldria fer per afavorir-ne la recuperació, prioritzarem el coneixement sobre els factors que afavoreixen la reproducció i creixement de les plantes. Davant del dubte, les preguntes que poden ajudar a prendre decisions són del tipus: "Si només pogués ensenyar un contingut, quin prioritzaria? I si fossin dos? I si fossin tres?"

- c) *Analitzar el grau de dificultat que comporta l'aprenentatge dels diferents continguts.***

Sens dubte, alguns continguts són més propers a les intuïcions de l'alumnat i al coneixement quotidià, mentre que d'altres requereixen dedicar més temps al seu ensenyament. També n'hi ha que són més complexos i abstractes que d'altres.

Es recomana, per tant, partir del que s'anomena "la demanda d'aprenentatge" d'un determinat contingut a l'hora de preveure el temps necessari per treballar-lo. Per exemple, la diferenciació entre els conceptes de calor i de temperatura (2n ESO) té una demanda alta d'aprenentatge, mentre que la diferenciació entre conductors i aïllants és més baixa. Per tant, no tindria sentit dedicar més temps a l'aprenentatge d'aquest darrer contingut que al del primer.

- d) *Seqüenciar l'aprenentatge dels continguts tenint en compte tant el seu grau de dificultat com el que es necessita per avançar en la resolució del problema o l'anàlisi de la situació objecte d'estudi.***

És convenient començar pels continguts més intuïtius i senzills, i anar-ne augmentant progressivament el nivell de complexitat i d'abstracció. Sempre, però, tenint present que l'alumnat ha de percebre que els continguts que està aprenent li serveixen per interpretar i resoldre la situació inicial. No tindria sentit començar plantejant un problema per motivar l'alumnat i després "explicar" els continguts sense que hi vegin la relació.

Per exemple, si per modelitzar el canvi químic (3r ESO) s'escull problematitzar una reacció de neutralització concreta, després s'ha de treballar a partir d'aquest canvi, identificant-ne les característiques, imaginant com canvien les substàncies

inicials, analitzant regularitats, etc. Una vegada modelitzat aquest fenomen, els alumnes poden abstroure les idees que defineixen un canvi químic i aplicar-les a la interpretació d'altres tipus de canvis.

O, per treballar la teoria cromosòmica de l'herència (4t ESO), en podem iniciar l'estudi preguntant-nos com explicar la variabilitat en els caràcters físics entre persones i, al mateix temps, com alguns d'aquests caràcters són comuns entre les persones que mantenen relacions de parentiu. A continuació, es pot relacionar aquest fet –concret i observable– amb la funció de les cèl·lules reproductores i, específicament, dels cromosomes. Més endavant, tindrà sentit parlar de les entitats “ADN” i “gen”, i és quan l'alumnat podrà utilitzar el model teòric per explicar com es transmeten els caràcters de pares a fills. És a dir, haurem seguit un procés que va des del més concret i intuïtiu al més abstracte i complex.

- e) Reconèixer que els models teòrics s'aprenen a partir d'unitats didàctiques diverses i al llarg dels cursos i que, per tant, cal tenir en compte els aprenentatges anteriors.**

Els diferents models objecte d'aprenentatge s'introdueixen a través d'alguna unitat didàctica, però la seva interiorització requereix aplicar-los en contextos diferents i utilitzar-los tot augmentant-ne el grau de complexitat. Per tant, més que dedicar molt de temps a l'estudi d'un determinat model o contingut en un curs, és millor retornar al model en d'altres UD i en d'altres cursos, treballant-lo en contextos diferents, revisant allò que semblava ja après i ampliant-lo.

Per exemple, teories com la tectònica de plaques, la teoria cel·lular o el model cineticomolecular de la matèria s'han d'anar treballant al llarg dels cursos, segons els fenòmens que es van analitzant. També cal tenir present que el temps d'ensenyament no necessàriament coincideix amb el d'aprenentatge. Moltes vegades l'alumnat reconeix que comprèn alguna idea en situacions ben diferents d'aquelles en què va començar-ne l'aprenentatge.

- f) Identificar els continguts que es treballen també des d'altres disciplines, encara que sigui des de punts de vista diversos.**

A l'hora de planificar una unitat didàctica, una pregunta a fer-se sempre és: “Amb quins continguts d'altres disciplines connecta el que em proposo que els alumnes aprenguin?”, vàlida tant per ajudar l'alumnat a reconèixer les interrelacions com perquè el procés d'ensenyament sigui més eficient.

En molt casos, les connexions són entre les mateixes disciplines científiques. Per exemple, el canvi químic és necessari per comprendre la digestió dels aliments, els canvis en les roques o la tecnologia de conservació dels aliments. Això no comporta que necessàriament s'hagi de seqüenciar el currículum en aquest ordre (primer, canvi químic i, més endavant, l'estudi de la digestió, dels canvis químics en les roques o de les tècniques de conservació d'aliments). Pot ser que l'ordre s'inverteixi, però sempre s'ha de promoure que, en un moment o altre del procés d'aprenentatge, l'alumnat en reconegui les interrelacions. Aquesta riquesa del currículum de ciències possibilita encara més un bon aprenentatge en espiral.

En d'altres casos, les connexions són amb d'altres matèries, especialment les de matemàtiques, llengua i tecnologia, però també amb les ciències socials i d'altres. Un currículum de ciències que no es planifiqui d'acord amb les altres matèries curriculars perd molta de la seva possible eficàcia.

g) Preveure el temps necessari per ensenyar els procediments i desenvolupar actituds i valors.

Aprendre un procediment i desenvolupar una actitud requereix dissenyar activitats d'ensenyament específiques. Per exemple, que l'alumnat tingui interès per fer-se preguntes investigables, per construir un gràfic o per argumentar, i aprengui a fer-ho, requereix dissenyar i posar en pràctica activitats adequades. Comporta dedicar temps a treballar què vol dir fer-se una pregunta investigable i quines són les característiques d'un bon gràfic o d'una argumentació ben fonamentada.

Molt sovint, les diferències entre l'alumnat responen més a punts de partida molt diversos en les actituds i en el coneixement de procediments que no pas en el de conceptes, ja que, en alguns casos, aquells continguts s'aprenen en el context familiar. Per tant, si es vol afavorir l'aprenentatge de tot l'alumnat, caldrà dedicar especial atenció al coneixement d'aquests continguts.

Si les actituds i els procediments són transversals, caldrà preguntar-se sempre si s'han començat a treballar des d'alguna altra matèria i plantejar-nos com ajudem a connectar els nous aprenentatges amb el que l'alumnat ja sap, tot aprofundint en l'especificitat de la seva aplicació a les disciplines científiques. L'aprenentatge d'aquest tipus de continguts requereix un treball ben planificat, tant en el marc del departament de ciències com en el de l'equip docent.

3. La rellevància dels contextos en l'aprenentatge i la seva selecció

Els criteris de selecció de situacions o problemes que serveixin per promoure l'aprenentatge dels continguts seleccionats o per aplicar-los es fonamenten en la seva rellevància social (per exemple, per la seva connexió amb temàtiques transversals com l'educació ambiental, l'educació per a la salut, la pau, etc.), en les possibilitats que ofereixen per connectar amb els interessos de l'alumnat i en la seva idoneïtat per a l'aprenentatge dels continguts seleccionats. A més, des de la seva vessant educativa, també s'ha de pensar a seleccionar aquests contextos en clau de motivació i, quan es cregui convenient, es poden decidir d'acord amb l'alumnat.

Escollir un bon context per a l'aprenentatge és clau perquè l'alumnat pugui percebre que el treball que ha de fer té sentit i li pot ser útil, ja sigui en l'àmbit personal, en el professional o com a ciutadà. A vegades, tot i que inicialment els nois i les noies se sentin poc predisposats a aprofundir en una temàtica que els proposem, en conèixer-la se'ls desperta l'interès i en veuen el sentit. I, al contrari, podria ser que un tema despertés la seva curiositat, però que aquesta s'esvaeixi ràpidament, sense que arribi a transformar-se en interès. Per organitzar una unitat didàctica al voltant d'un context d'aprenentatge es pot partir de diferents enfocaments, que es poden combinar al llarg d'un curs, si es creu convenient i possible:

a) **Seleccionar una situació per treballar-la des d'un determinat model científic.**

Un article del diari (per exemple, sobre "La generació sorda") pot ser un bon punt de partida per aprofundir en la funció de relació en els éssers humans, de la mateixa manera que una visita a una depuradora d'aigües pot possibilitar fer-se preguntes entorn a aquest material i els seus canvis.

Molt sovint, un mateix context es pot utilitzar per treballar diferents models, però pot ser que només n'escollim un. Per exemple, sobre "la cuina" es pot aprofundir des de la seva mirada "química" (i treballar els canvis químics en cuinar), des de la mirada "biològica" (tipus d'aliments, nutrició, dieta) o des de la mirada "física" (transferències d'energia en l'ús dels diferents utensilis per cuinar). El fet d'analitzar el context des d'un model no impedeix establir relacions amb d'altres, sempre que sigui necessari, tot i que sense aprofundir-hi.

b) **Seleccionar una situació per treballar-la des de diferents models científics.**

També es pot escollir una temàtica i aprofundir-hi des de diferents disciplines científiques. Té l'avantatge que l'alumnat percep la complexitat que comporta interpretar un fet o resoldre un problema i aprèn a pensar tenint en compte diferents variables. Tot i així, generalment en aquest cas s'ha d'escollir un model que marca la seqüenciació de les activitats i, en canvi, els altres es treballen menys a fons.

Per exemple, l'anàlisi del problema que comporta l'eliminació de residus implica aprofundir en els canvis en els materials segons el mètode utilitzat per transformar-los, en els costos energètics i en els impactes en el medi. Per tant, és probable que s'hagin de treballar models químics, físics, biològics i geològics. Seria coherent escollir-ne algun com a eix del treball a fer, però no es pot deixar d'introduir-ne d'altres (o d'aplicar-los, si ja s'han començat a aprendre en d'altres temes). És probable, doncs, que no tots els models es treballin amb el mateix grau d'aprofundiment i que el seu estudi s'hagi de reprendre en d'altres temes. Però sovint és millor aprofundir en el coneixement d'un model a partir de treballar-lo en

diferents contextos i en diferents cursos (currículum en espiral). Els aprenentatges s'interioritzen a partir d'aplicar-los. En cas contrari, s'obliden.

c) *Seleccionar una temàtica científica per treballar-la amb d'altres matèries.*

A vegades el context es pot treballar tot aprofundint en un model científic però, al mateix temps, segons les necessitats per resoldre les preguntes formulades, es treballen continguts d'altres disciplines. En aquest cas, les ciències de la naturalesa són la matèria que marca la seqüència i les altres normalment s'hi adequen. No és cap problema que el professorat sigui diferent en cada cas, si es coordina de forma adequada. Per exemple, un tema com la nutrició humana i la relació entre dieta i salut pot ser utilitzat per aprendre al mateix temps des de les matemàtiques – percentatges, canvis d'unitats, gràfics sectorials, combinació d'operacions –, des de llengua –la justificació i l'argumentació–, des de les ciències socials –la distribució dels aliments al món–, etc. En aquest exemple, podria ser el model sobre la nutrició el que n'orientaria la seqüenciació.

d) *A partir d'un contingut-model que es proposa treballar des d'una altra disciplina, escollir problemes o situacions per aprofundir des de l'àmbit de les ciències experimentals, que siguin útils per aprendre'l o exemplificar-lo.*

En aquest cas, és l'altra disciplina la que n'orienta la seqüenciació. Per exemple, es pot aprofundir en la idea de funció (i els diferents tipus), escollint problemes que s'hi relacionin: allargament de molles, "Arquímedes", caiguda dels cossos, llei de Boyle, reproducció de bacteris, etc. Les dades recollides per treballar cada problema i les lleis que es dedueixen poden ser utilitzades des de les matemàtiques per reconèixer de quin tipus de funció es tracta i abstrure'n la idea de funció.

Pot ser una bona ocasió per incidir en temàtiques a les quals a vegades no es pot dedicar gaire temps.

e) *Seleccionar un aspecte d'una competència per treballar-la des de diferents matèries.*

En aquest cas, cada disciplina treballa els continguts segons la seva planificació, però al final es planteja una activitat comuna per ajudar l'alumnat a prendre consciència de la competència treballada de manera transversal.

Per exemple, es podria decidir treballar des de totes les matèries com parlar en públic i l'estructura d'una conferència (tot i que una sempre seria la que introduiria el contingut comú). La tasca final seria organitzar un "congrés" on cada alumne o alumna (o cada grup) exposés un tema d'alguna de les matèries del currículum d'aquell curs, en presència de tots els professors i professores i/o de les famílies.

f) *Seleccionar un context per treballar-lo, junt amb d'altres matèries, en el marc d'un projecte comú.*

Seleccionar un context per treballar-lo, junt amb d'altres matèries, com un projecte d'aplicació de continguts apresos a les classes que tenen una orientació més disciplinària i, també, amb l'objectiu d'aprofundir en alguna competència de manera comuna. En aquests cas, cal que cada matèria concentri una part del seu horari en un mateix matí o tarda, de manera que l'alumnat pugui treballar en el projecte en un període de temps llarg. Es tracta d'un treball per grups sobre un aspecte del projecte, assessorats pel professorat de les diferents matèries implicades. Pot ser que cada grup treballi sobre un aspecte del projecte o tots sobre el mateix tema. Al final, l'alumnat ha de fer alguna presentació pública dels resultats: una exposició oral, una revista, un bloc, etc.

4. Orientacions i estratègies metodològiques i d'avaluació per a l'aprenentatge per competències de la matèria i la seva seqüenciació

L'aplicació d'un currículum orientat al desenvolupament de competències comporta que el professorat, a més d'organitzar i seqüenciar els continguts a ensenyar, ha de seleccionar i posar en pràctica activitats i recursos que afavoreixin que tot tipus d'alumnes aprengui els sabers necessaris i els sàpiga aplicar en situacions ben diverses, complexes i imprevisibles.

Molts d'aquests sabers s'aprenen fonamentalment a través de la metodologia de treball i, per tant, les activitats en si mateixes i la forma de gestionar-les són una font de coneixement. Per exemple, aprendre que treballar en equip per resoldre un problema comporta contrastar punts de vista i maneres de fer, per avançar entre tots i totes –tot el contrari de dividir el treball–, implica que l'alumnat conegui normes de treball diferents de les habituals, però també que les apliqui en el treball a l'aula. O, quan s'afirma que la competència científica es relaciona amb la capacitat d'aplicar el coneixement a la l'actuació en situacions complexes, el seu desenvolupament comporta que les activitats que es realitzin a l'aula han de relacionar-se amb la interpretació de problemes complexos i amb l'actuació.

A continuació es desenvolupen alguns aspectes relacionats amb la metodologia i amb l'avaluació a tenir en compte per aconseguir que l'alumnat desenvolupi la competència científica i les altres competències bàsiques en acabar l'ESO.

4.1. Metodologia, estratègies i tècniques d'aprenentatge

a) *Plantejament de problemes reals.*

Un dels moments fonamentals per a qualsevol aprenentatge és el primer dia de contacte amb els nous continguts objecte d'estudi, ja que és quan l'alumnat es crea expectatives, tant actitudinals com d'èxit, i es comença a formular quins seran els objectius. Per al professorat és també el moment de saber de quina manera l'alumnat és capaç d'utilitzar coneixements anteriors (si el contingut ja ha estat treballat en altres cursos o àrees) o els propis de la cultura popular. És per això que s'ha de reflexionar sobre com s'introduirà l'alumnat la nova unitat didàctica per encoratjar-lo a persistir.

Una activitat que permet treballar els aspectes abans descrits és el plantejament de problemes que generin en l'alumnat un dubte real. Es pot partir d'una pregunta en relació amb una situació coneguda, prou àmplia i suggeridora, que impliqui que l'alumnat hagi de construir una argumentació per donar-hi resposta. Però no totes les preguntes són igualment vàlides per promoure el dubte i el desig d'aprendre.

Per exemple, si preguntem als nois i noies què li ha passat a una taronja florida, ens diran que s'ha podrit (i, per tant, ja hauran resolt el dubte). Una altra cosa és plantejar la mateixa situació demanant com ha arribat a florir-se –per començar a mirar la floridura com a un organisme viu–, o com expliquen que el seu gust i la seva olor siguin diferents –per pensar en els canvis químics que comporta en la taronja l'acció de la floridura. I encara és millor fomentar que els mateixos alumnes es plantegin les preguntes i els dubtes, i se'n seleccionin les més potents per a l'aprenentatge. Per contra, les preguntes descontextualitzades difícilment

motivaran l'alumnat, com és el cas de preguntes del tipus “quins orgànuls cel·lulars recordes?” o “quina és la teva idea de densitat?”¹.

És força habitual que una unitat didàctica comenci plantejant un problema interessant, però sovint només s'utilitza per “motivar” l'alumnat, sense continuar-ne l'anàlisi per tal que els nois i noies puguin aprendre a partir de recollir dades i aprofundir-hi. En aquests casos, com que el treball dels continguts a aprendre es fa descontextualitzat, la possible motivació inicial s'esvaeix ràpidament.

Per exemple, si es comença la unitat didàctica a partir d'un text que parla d'un problema socialment rellevant, l'activitat hauria de fomentar-ne la lectura plantejant poques preguntes però molt relacionades amb el model teòric que es vol promoure que l'alumnat aprengui i, en canvi, evitar preguntes que només condueixin a una lectura literal del text. Així, si el que es vol és que l'alumnat, a partir d'un article que parli del grau creixent de sordesa en els joves, arribi a abstroure com els éssers vius ens relacionem, com aquest coneixement ens ajuda a entendre perquè es dóna aquell problema i com cal actuar per prevenir-lo, les preguntes-clau per orientar la lectura tindran a veure amb el fet d'identificar els estímuls i respostes de què parla l'article i d'explicitar les primeres idees sobre què passa en el nostre cos entre estímuls i resposta.

A partir de les representacions inicials es podrà començar a contrastar punts de vista, a buscar informacions i a identificar evidències per validar-les o modificar-les per, finalment, abstroure les idees bàsiques sobre allò que caracteritza la funció de relació, de manera que es puguin transferir a la interpretació d'altres fets o a problemes ben diversos. El mateix article es podria utilitzar per abstroure idees-clau relacionades amb la transmissió del so i el model ondulatori, però, en aquest cas, les preguntes per orientar la lectura serien unes altres.

Les activitats inicials han de promoure, per tant, que les preguntes quedin plantejades com a dubtes reals, dubtes que s'hauran d'anar resolent al llarg de la unitat didàctica. Aquest plantejament metodològic de les activitats inicials respon a la necessitat de tenir en compte les idees prèvies dels nois i noies, però alhora, d'aconseguir que es facin preguntes rellevants, comencin a apropiarse dels objectius d'aprenentatge i experimentin el desig de saber.

b) Disseny d'activitats perquè l'alumnat pugui apropiarse dels sabers necessaris per resoldre el problema plantejat.

La manera com tradicionalment s'han introduït els coneixements és a partir de l'exposició del professorat o de la lectura del llibre de text. En el millor dels dos casos, l'alumnat només escolta o llegeix. Però, per aprendre, cal que l'alumnat realitzi activitats en les quals hagi de participar de manera més activa, és a dir, imaginar, experimentar, comparar, analitzar, avaluar...; en definitiva, ha de poder fer, pensar i parlar.

Les activitats han de ser diverses i han de facilitar el progrés en l'aprenentatge de l'alumnat al llarg de la seqüència didàctica. Això implica, com s'ha comentat anteriorment, plantejar una situació problema per després anar construint els conceptes teòrics i anar-los abstraient, de manera que siguin útils per poder interpretar el problema inicial. Per tant, al llarg de la unitat didàctica, hem de continuar fent referència a aquest problema inicial, experimentant al seu entorn i

¹ Per aprofundir en les preguntes que ajuden a aprendre, vegeu Roca, M., “Les preguntes a les classes de ciències”, *Ciències*, núm. 2, desembre 2005.

parlant-ne, i així, de mica en mica, interpretar-lo amb els models de la ciència actual.

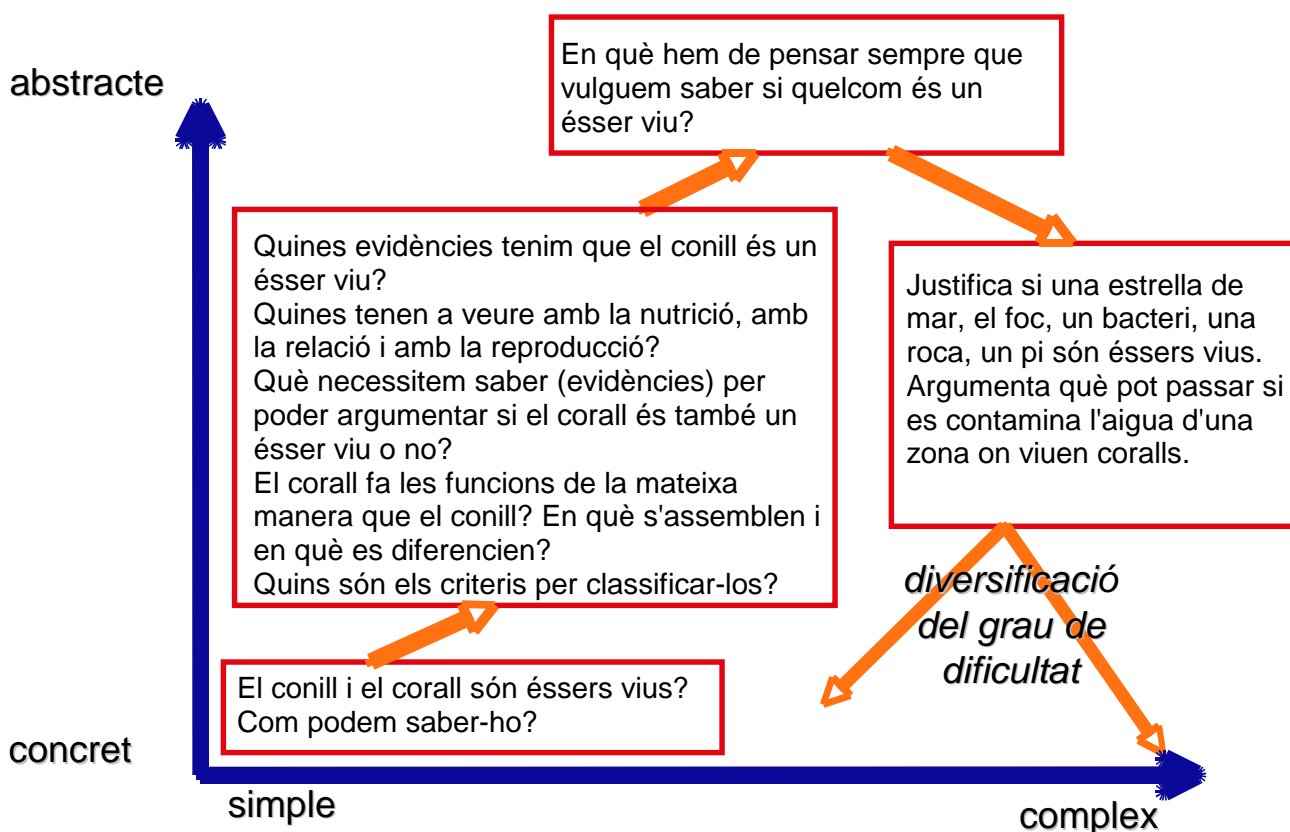
És també necessari que l'alumnat disposi d'una estona de reflexió per sintetitzar tots els coneixements nous que està adquirint. L'elaboració de la síntesi o resum, que es relaciona amb el fet d'organitzar, jerarquitzar i relacionar els continguts apresos, és un treball que ha de fer cada alumne o alumna individualment, tot i que els companys i el professorat poden ajudar en el procés d'autoregulació de les dificultats que comporta arribar a abstraure i sintetitzar idees-clau.

Per últim, cal donar l'oportunitat de poder aplicar aquest nou coneixement a l'anàlisi d'altres situacions-problema, més o menys diferents de la inicial. Es poden dissenyar problemes amb dificultat creixent o bé repartir-los entre els alumnes tenint en compte la diversitat d'aptituds, interessos o actituds. La figura del quadre 9 resumeix un exemple d'un procés.

Quadre 9: Un exemple de seqüenciació d'activitats d'aprenentatge

Què és un ésser viu?

1r ESO



c) *El treball experimental.*

El treball experimental és fonamental en l'aprenentatge del coneixement científic, sempre que l'alumnat hi tingui un paper actiu. És a dir, ha de servir per respondre a una pregunta i per deduir conclusions a partir de les evidències obtingudes amb

els resultats de l'experimentació, tot relacionant-les amb un model interpretatiu de referència.

Hi ha molts tipus de treball experimental, des dels completament tancats (el professorat és qui formula la pregunta i dissenya el protocol) fins als totalment oberts (el propi alumnat és qui dissenya tot el procés, com és el cas dels treballs de recerca). Cadascun d'ells pot ser útil en un determinant moment del procés d'aprenentatge. Per exemple, un protocol tancat pot servir per familiaritzar l'alumnat amb el material del laboratori, amb l'ús del microscopi o amb un procediment de recerca. Però és convenient que, a mesura que avancem al llarg del curs, l'alumnat participi del disseny del treball. Per exemple, per estudiar l'efecte bactericida de certs productes (antibiòtics, sabons, detergents...) podem facilitar a l'alumnat el protocol de la pràctica, indicant quins productes utilitzarem, i demanar que dibuixin els halus d'inhibició; però també podem demanar a l'alumnat que triï els productes a estudiar justificant-ne l'elecció. El simple fet d'introduir una pregunta per pensar en les variables que intervenen en el fenomen farà que el grau d'implicació sigui més gran, que la diversitat de resultats augmenti i que, per tant, la discussió per poder interpretar aquests resultats sigui més rica.

Un treball pràctic pot estar situat en diferents moments d'una unitat didàctica, en cadascun dels quals tindrà funcions didàctiques diferents:

- **A l'inici**, normalment serà una observació o problema obert, que possibiliti aflorar tant les interpretacions de l'alumnat sobre el fenomen i els resultats obtinguts, com els procediments que fa servir per explorar-lo i les actituds amb les quals n'afronta l'estudi. Les preguntes del professorat seran obertes i orientades a ajudar l'alumnat a fer-se les seves pròpies preguntes i a representar-se què s'aprendrà i per què. També serà important treballar la descripció, per tal d'orientar la manera de mirar i de parlar sobre el fenomen.
- **A la meitat**, les activitats experimentals hauran de plantejar-se de manera més sistemàtica i orientades a recollir evidències per tal de confirmar o falsar les representacions inicials, per observar regularitats, deduir lleis i models i formular-se noves preguntes. En aquesta fase del procés d'aprendre, el treball pràctic hauria d'ajudar a proporcionar proves que donin valor al model que s'està treballant, que possibilitin qüestionar-se la pròpia manera d'entendre els fenòmens o que aportin nous punts de vista de problemes ja coneguts. Serà molt important treballar l'explicació i la justificació, com a gèneres lingüístics que possibiliten parlar de les relacions entre les dades i els models teòrics.
- **A la darrera part** de la unitat didàctica, el treball pràctic tindrà la funció d'estimular que l'alumnat sigui capaç d'usar el coneixement construït per tal d'interpretar un nou fenomen de manera coherent amb la científica i deduir pautes d'actuació. Les activitats es caracteritzen per ser de nou obertes i per estimular que sigui el propi alumnat qui dissenyi el procés experimental per obtenir evidències de la seva explicació. És en aquest moment que l'argumentació pren especial rellevància per parlar de les limitacions de la interpretació que es fa, dels avantatges i inconvenients d'altres punts de vista, de les possibles conseqüències en les actuacions en la vida quotidiana, etc.

d) **L'ús de les TIC.**

Les TIC tenen moltes funcions en l'aprenentatge de les ciències i és bàsic que l'alumnat les utilitzi habitualment. Un dels seus usos és simular fenòmens, processos o explicacions. Les simulacions a través de jocs o utilitzant l'ordinador són una manera d'obtenir evidències i de modelitzar. Són especialment vàlides quan el problema o la situació que es vol analitzar són complexos, quan es necessita molt temps o molt espai per arribar a obtenir evidències (és el cas, per exemple, de molts problemes ambientals) o quan cal repetir l'experiment diverses vegades per tal d'obtenir dades fiables. També són útils per visualitzar processos que comporten canvis d'escala; per exemple, per a la representació dels fenòmens a escala atòmica.

Cal tendir també a l'ús d'eines informàtiques tant per a la recollida de dades (sensors) com per al seu tractament (fulls de càlcul, construcció de gràfics...). En un primer estadi, serà important que l'alumnat reculli dades amb instruments "tradicionals" i construeixi taules i gràfics manualment, de forma paral·lela a fer-ho informàticament, per tal que vagi comprenent la relació entre el fenomen i la seva representació. Per exemple, una primera conceptualització de la diferència entre massa i pes o entre temperatura i calor passa per reconèixer amb quins diferents instruments, procediments i unitats es mesuren. Però una vegada l'alumnat ha començat a caracteritzar les diferents magnituds, l'ús d'eines informàtiques possibilita tant el seu coneixement com utilitzar més eficientment el temps d'aprendre.

La xarxa és una eina bàsica per a la cerca i consulta d'informació. Cal ensenyar, però, a fer-ne un ús eficient i cal aprendre a saber com trobar la informació a partir de paraules-clau –sovint relacionades amb el model teòric que es treballa–, a discriminar les pàgines amb informacions fiables de les que no ho són i a fer-ne una lectura crítica. També és un recurs inescotable de miniaplicacions i d'activitats per utilitzar en el procés d'aprenentatge.

Tanmateix, cal evitar promoure activitats a partir de les quals l'alumnat només ha de buscar informació i "retallar-la i enganxar-la", com es fa en els tradicionals treballs relacionats amb la descripció de les característiques d'un animal o d'un material. En canvi, pot ser útil per a l'aprenentatge demanar-li que cada alumne o alumna busqui evidències de com ho fa un determinat animal per respirar o per respondre a estímuls del seu entorn i, després, comparar els resultats de la cerca, o que busqui per què un material és idoni per a un determinat ús.

Normalment les informacions obtingudes a partir de la xarxa no seran objecte de memorització ni d'avaluació (per exemple, no té gaire sentit demanar a l'alumnat en un examen que descrigui de què s'alimenta un determinat animal o com es reproduïx). En canvi, sí que ho serà el coneixement necessari per buscar la informació (quines paraules-clau utilitzar per buscar-la), per interpretar-la o per utilitzar-la en la resolució de problemes (per exemple, què vol dir que un organisme respira anaeròbicament). Cal tendir a diferenciar entre coneixement (construcció personal útil per interpretar fets, resoldre problemes i fer prediccions) i informació (dades que podem obtenir i comprendre aplicant coneixements).

Finalment, el professorat també ha de fer una anàlisi crítica dels recursos que es troben a la xarxa, diferenciant els que tenen qualitat didàctica i científica d'aquells que només han substituït el format paper pel format virtual i que reproduïxen la metodologia de les classes tradicionals. En definitiva, cal buscar un objectiu

didàctic a les activitats que proposem treballar a partir de la xarxa més enllà de l'implícit "buscar informació".

e) ***El treball de camp***

L'entorn és una font inescotable de coneixement i de recursos per aprendre. Les sortides han de ser vistes com activitats que tenen sentit dins del procés d'ensenyament, és a dir, han de tenir una finalitat didàctica.

Si les activitats estan situades a l'inici d'un procés de modelització, poden ser útils perquè l'alumnat conegui la situació o el problema de partida. Com en el cas del treball experimental, hauran d'estimular que l'alumnat es planteji preguntes i es representi per a què li pot servir allò que el professorat proposa aprendre. Per tant, seran obertes i molt orientades a obrir els ulls de l'alumnat cap a aspectes que seran objecte d'estudi.

Si estan situades a la meitat del procés, poden ser útils per recollir dades i per conèixer punts de vista que es poden contrastar amb els propis. En aquest cas, l'alumnat ha de saber molt bé que farà i per què. El treball plantejat haurà de ser més sistemàtic i serà important assegurar prèviament que l'alumnat disposi dels coneixements teòrics i procedimentals que possibilitin aprofitar el temps.

Si estan situades al final, tenen sentit com a activitats d'aplicació. Es tractarà que l'alumnat sàpiga aplicar el model treballat a la interpretació d'una nova situació diferent de la plantejada a l'aula. Pot ser que s'orienti a la recollida de dades que, més endavant, s'acabaran d'analitzar o que la mateixa activitat serveixi també per interpretar i treure conclusions. També poden comportar fer alguna actuació a favor de l'entorn, que es relacioni amb els coneixements apresos.

Per tant, si s'aprofita com a treball de camp la proposta d'alguna de les moltes institucions que ofereixen activitats fora de l'aula, caldrà consensuar bé prèviament amb els organitzadors la finalitat del treball a fer i compartir amb la institució què saben els alumnes i què esperen aprendre. Donat que sortir del centre escolar implica sovint un cost econòmic i de temps, caldrà que les sortides estiguin ben seleccionades i planificades, i que els alumnes coneguin molt bé què faran, com ho faran i per què. La majoria de les vegades també cal dedicar temps a revisar posteriorment què s'ha fet i què s'ha après.

Molt sovint les sortides o el treball de camp es poden realitzar prop de l'escola. Per exemple, itineraris geològics que possibilitin observar les roques presents en els edificis dels voltants, itineraris per observar diferents tipus de fanals al barri o població i veure com es dispersa la llum o l'estudi de l'ecosistema del parc del barri, poden minimitzar algun dels inconvenients que comporta fer les sortides de camp.

També és interessant planificar-les d'acord amb alguna altra de les matèries curriculars. Això possibilita que l'alumnat reconegui que, per interpretar una realitat, necessita coneixements provinents de disciplines diferents.

f) ***L'ús dels diferents llenguatges.***

El llenguatge juga un paper fonamental en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències (com en la gènesi del coneixement científic). A la classe, però també fora, parlem, discutim, llegim i escrivim sobre ciència. Ensenyar, doncs, aquestes habilitats cognitives des de la perspectiva de les ciències serà un objectiu fonamental.

El llenguatge científic escolar ha de relacionar el 'fer' i el 'pensar'; ha de ser alhora 'acció' i 'teoria', i als alumnes només els servirà per aprendre si tot allò que es fa, es parla, s'escriu, es llegeix o es pensa a la classe de ciències, pot arribar a tenir sentit per a ells i elles. No n'hi ha prou, per tant, de donar a conèixer termes científics mitjançant definicions, ni de fer repetir explicacions teòriques sobre com és el món i com funciona. Les "entitats" científiques, les teories i les fórmules es generen segons un objectiu: explicar algun fenomen, predir què pot passar, controlar i millorar un procés, etc.

Entre els llenguatges més importants per comunicar la ciència hi ha el matemàtic. S'ha d'utilitzar com més millor, ja sigui per expressar un model, ja sigui per representar i tractar dades o per quantificar observacions, entre molts altres usos, però sempre que tingui sentit per a l'anàlisi de la situació objecte d'estudi.

També és bàsic el llenguatge verbal. Són habilitats cognitivolingüístiques les que s'activen en produir textos descriptius, explicatius, argumentatius, justificatius, etc.; és a dir, són habilitats cognitives estretament relacionades amb les tipologies o gèneres textuals. Els textos de ciències sempre pretenen explicar, fins i tot quan descriuen o exposen. Quan es diu "*És una solució*", de fet, d'alguna manera s'està "explicant", ja que el terme "solució" és una entitat teòrica amb gran contingut explicatiu.

A les classes de ciències es combinen els diferents tipus de text contínuament, però cadascun té unes finalitats específiques en el procés, cosa que comporta la construcció de models teòrics, tal com es mostra al quadre 10.

Quadre 10. Activitats cognitivolingüístiques i la seva relació amb el procés de modelització

Descriure	Comporta parlar sobre com és o com passa alguna cosa (un objecte, un material, un organisme, un fenomen...) d'acord amb un model teòric. Possibilita "dibuixar" l'escenari a partir del qual es genera el procés de modelització.
Explicar, Exposar	Implica establir relacions entre fets en l'espai i el temps, i entre aquests i les idees.
Argumentar	Promou discutir la rellevància del model utilitzat per interpretar els fenòmens, amb la finalitat de convèncer.
Justificar	Comporta relacionar els fets o evidències identificades amb el model teòric que es construeix, de manera que la justificació del fet estigui ben organitzada.
Definir	Possibilita descriure conceptes a partir de les seves propietats o característiques, indicant-ne només les necessàries i suficients, i utilitzant els termes propis del llenguatge científic.

Treballar què és una descripció, una justificació o una argumentació des d'un punt de vista científic i com realitzar aquestes accions, maximitza les oportunitats perquè el nostre alumnat ho posi en pràctica adequadament. Per exemple, ensenyar a escriure un text argumentatiu per convèncer un company o companya de la importància d'una bona alimentació per al correcte funcionament del cos o

als veïns de la població, de la necessitat de reduir els residus que es generen, demana l'ús d'arguments científics. L'esquema del quadre 11 és una eina per orientar l'alumnat en la recerca d'arguments ben fonamentats.

Quadre 11: Pauta per treballar l'argumentació a les classes de ciències

La meva idea és que...
Les meves raons són...
Els arguments en contra de la meva idea podrien ser...
Convenceria algú que no em creu amb...
L'evidència que donaria per convèncer els altres és que...

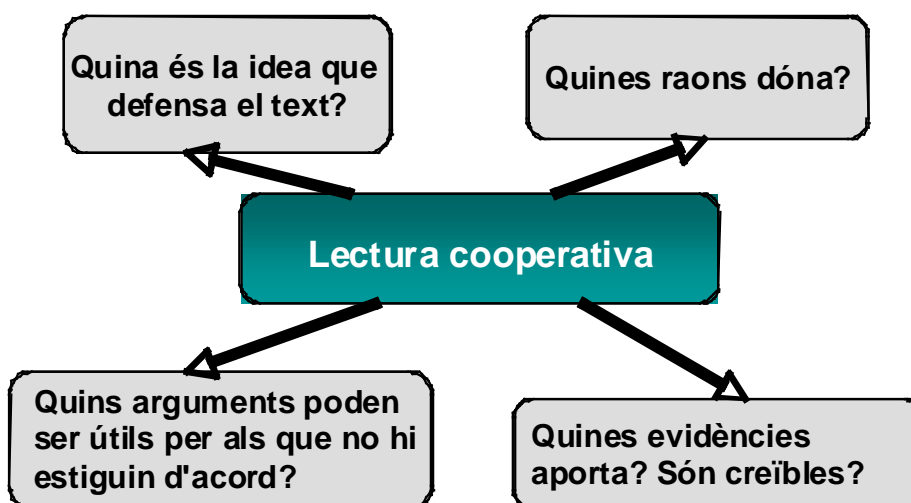
De la mateixa manera, ensenyar a llegir textos amb continguts científics més enllà de la descodificació és una tasca complexa però necessària. Habitualment l'alumnat està acostumat que l'objectiu de la lectura sigui poder contestar preguntes, les respostes de les quals apareixen literalment en algun fragment del text, mentre que el més important és que aprengui a inferir a partir d'una lectura, tot connectant-ne el contingut amb el model objecte d'estudi, i a avaluar-la.

Sovint creiem que l'alumnat no és capaç de llegir un text ni s'interessa per la lectura. Però tot depèn de com es planteja l'activitat i, molt especialment, del sentit que hi troba en fer-la.

Normalment, llegir cooperativament estimula l'interès per la lectura i la seva comprensió. Per exemple, és útil proposar la lectura d'un text (un article periodístic, una narració, el capítol d'un llibre, un text trobat a Internet, etc.) de manera que cada membre del grup hagi de respondre a una pregunta, per posteriorment posar en comú les respostes (vegeu quadre 12). Les preguntes poden ser ben diverses segons el tipus de text i la finalitat didàctica de l'activitat. La lectura pot comportar que cadascú llegeixi una part del text, es poden fer grups d'experts que posin en comú les respostes a les mateixes preguntes, etc.

Per tant, cal començar a canviar el criteri amb el qual seleccionem els llibres de text, molt sovint fonamentat a aconseguir que els alumnes trobin fàcilment les respostes "veritables" i les memoritzin. I també cal utilitzar textos provinents de diferents fonts i, molt especialment, d'aquelles que les persones llegim habitualment (premsa, Internet, revistes de divulgació, etc.), que seran les que l'alumnat normalment llegirà al llarg de la seva vida i haurà de saber analitzar críticament i continuar aprenent a partir de la seva lectura.

Quadre 12: Exemple de preguntes per orientar la lectura cooperativa d'un text



La discussió entorn dels significats que cadascú dóna a una lectura com a procés de negociació de significats és una de les activitats més pròpies de la ciència i més efectives per a l'aprenentatge. És també un bon moment per treballar tot un seguit d'aspectes actitudinals: respectar el torn de paraula, respectar les opinions diferents a les pròpies, etc. Sovint, un recurs idoni per treballar la discussió és la lectura de notícies de premsa de temes científics actuals que demanen un posicionament. A les discussions, a part d'incorporar el coneixement científic necessari per tenir una bona visió del problema, apareixen també les conseqüències individuals i socials: per exemple, per entendre biològicament el dopatge en el ciclisme, cal saber aspectes referents al sistema respiratori i a la respiració cel·lular, però també cal incorporar les conseqüències socials del problema (l'exigència per part de la societat de tenir atletes capaços de realitzar esforços superiors a les capacitats comunes humanes) o legals (es considera dopatge si el producte està en una llista emesa per l'organisme competent).

Finalment, cal tenir present que també és important usar altres llenguatges, com el gestual o l'icònic. Per exemple, podem representar una idea amb el cos, ja que molts alumnes gaudeixen en dramatitzar el seu pensament. És un error suposar que el llenguatge gestual només és idoni com a eina de comunicació a l'escola en les primeres edats i hem de recordar que és un complement necessari en tota comunicació oral. També cal que aprenguin a utilitzar les eines informàtiques per compartir les idees, tot combinant la fotografia, el dibuix, els esquemes, el vídeo... en les seves presentacions.

De la mateixa manera, és important l'establiment de relacions entre el llenguatge científic i altres llenguatges, com el poètic o l'artístic. Els alumnes han de poder expressar els sentiments i emocions que els desperta la ciència i el seu aprenentatge utilitzant tot tipus de formes comunicatives. Cada unitat didàctica hauria d'incloure la possibilitat que els nois i les noies reconeguessin maneres diferents de sentir i de compartir la ciència².

² Per aprofundir en aquest tema i disposar d'exemples d'activitats d'aula, vegeu Sanmartí, N. (coord.), *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciències*. Barcelona: Edicions 62, 2003; i el projecte IDEAS (Idees, Evidències i Argumentació en Ciència), consultable a: <http://www.xtec.cat/cdec/innovacio/pagines/ideas.htm>

g) La diversificació de les activitats d'aprenentatge.

La proposta curricular suposa incorporar a l'aula activitats diferents de les d'escoltar, llegir, comprovar alguna idea o llei experimentalment i respondre exercicis. N'hi ha moltes de possibles: construir models o maquetes, realitzar jocs de rol o de simulació, exposar idees en conferències, desenvolupar projectes, fer dramatitzacions, visionar vídeos, treballar amb simulacions per ordinador, utilitzar instruments ben diversos (mapes conceptuals, V de Gowin, bases d'orientació), etc.

Cada tipus d'activitat serveix per a unes determinades finalitats didàctiques i, a més, cada estudiant acostuma a trobar-ne algunes que li són més útils per aprendre que d'altres. Per exemple, hi ha alumnes a qui agrada resumir fent un mapa conceptual o un esquema, mentre que d'altres prefereixen escriure un resum. L'atenció a la diversitat passa en bona part per diversificar les activitats i s'ha d'evitar tendir a plantejar únicament les que a nosaltres ens van anar bé en el seu moment per aprendre, ja que aleshores només afavorim que aprenguin aquells alumnes que se'ns assemblen. Al mateix temps, en aquesta etapa de l'aprenentatge serà important que l'alumnat conegui moltes eines i estils d'aprendre perquè pugui veure quina és la més s'adequa a les seves característiques.

A més, cada activitat promou el desenvolupament d'habilitats diferents: fer-se preguntes, descriure, relacionar, planificar, comparar, analitzar, justificar, sintetitzar, avaluar... i totes són importants. Una mateixa activitat, com llegir, pot desenvolupar habilitats diferents segons com es plantegi. Per exemple, a partir de la lectura d'un article del diari, es pot demanar que l'alumnat busqui una informació determinada (informació que trobaran literalment al text), però també que pensi quins coneixements necessita per poder entendre'l (se li demana que analitzi la situació) o que emeti un judici al respecte (si, per exemple, el text ens planteja una problemàtica sense resoldre o que no té una solució única)³.

h) La gestió de l'aula.

Gestionar una aula implica institucionalitzar un sistema de funcionament que sigui útil per aprendre per a tot tipus d'alumnat. Cal recordar que aprenem socialment, interaccionant amb d'altres i, a més, que sense una bona estructura organitzativa és impossible que el professorat pugui atendre a tot l'alumnat, ben divers i amb necessitats diferents. En canvi, si la classe està ben organitzada, els alumnes poden aprendre els uns dels altres, coavaluar-se i resoldre molts dels seus problemes autònomament.

Per institucionalitzar entenem construir "regles de joc"; és a dir, explicitar-les, debatre-les, consensuar-les, valorar si es compleixen i revisar-les quan calgui. Aquestes regles s'han d'ensenyar i aprendre ja que, si no es fa, el grup-classe en fa les seves pròpies, que sovint li són poc útils per construir el coneixement.

A vegades pensem que aquestes regles de joc s'han de reduir a descriure tot allò que no s'ha de fer o, en tot cas, a decidir les penalitzacions que hi haurà quan el comportament és inadequat. Tanmateix, el més important és aconseguir que l'alumnat arribi a comprendre les raons que justifiquen les normes de treball i que

³ Vegeu exemples d'activitats de lectura a: Oliveras, B., Sanmartí, N., "Treballant les competències a la classe de Química", *EduQ*, núm. 1, 2008; i a la web del Centre de Documentació i Experimentació en Ciències (CDEC): <http://www.xtec.cat/cdec/>

les percebi com una ajuda per aprendre i, per tant, per assolir els aprenentatges i superar amb èxit la matèria.

Una bona organització d'aula passa per constituir grups de treball (a l'aula, al laboratori, a les sortides de camp, etc.) i ensenyar a treballar de forma cooperativa, de manera que tots els integrants del grup han de tenir un paper fonamental per a la consecució de l'èxit del projecte que representa aprendre. Ara bé, sempre cal partir d'un treball individual (es pot compartir, discutir i comparar, quan primer un s'ha plantejat què pensa o com resoldria el problema), i també cal que al final del procés cada alumne o alumna interioritzi el coneixement que s'ha anat construint col·lectivament. Seran importants aquelles "regles de joc" que afavoreixin comparar, debatre, negociar i arribar a acords i, en canvi, cal evitar les que afavoreixin la divisió del treball. Una eina vàlida per generar acords és el *contracte didàctic*.

Ben segur que, tot i pactar les normes, bona part de l'alumnat se n'oblidarà en moltes ocasions. Per això és important que, fins que les normes es transformin en rutines, el professorat sigui constant i n'exigeixi l'aplicació i l'avaluació del seu compliment. També hi haurà grups que funcionen de manera autònoma i d'altres que requeriran una atenció més continuada del professorat. Davant dels problemes que van sorgint, cal prioritzar la reflexió i les tasques que comportin algun treball d'ajuda als altres o posar-se en el lloc del company o companya o del professorat, més que no pas castigar amb la prohibició d'anar a una sortida o amb penalitzacions de tota mena. Tot i així, en casos molt significatius pot ser necessari aplicar mesures d'altres tipus.

És convenient que els grups bàsics de treball en què s'estructura l'aula, siguin heterogenis, és a dir, que estiguin formats per alumnat amb diversitat de capacitats, gènere, procedència, etc., ja que un dels objectius és que els nois i les noies puguin aprendre a cooperar i a col·laborar tot i les diferències. A la vida hauran de treballar i compartir activitats amb tot tipus de persones. Però també serà important que la manera d'organitzar l'aula possibiliti que, en segons quines activitats, es donin altres estructures: grups homogenis, grups d'experts, treball per parelles, etc.

Un problema de fons de la gestió de l'aula és com atendre la diversitat. Tendim a planificar el treball en funció d'un alumnat "mitjà" que no existeix i utilitzem poc la riquesa que comporta aquesta diversitat. També pensem que tots els components d'una classe han d'aprendre el mateix. Per trencar aquesta inèrcia és important concretar, en primer lloc, quins són els aprenentatges mínims que esperem que assolixin tots els alumnes i planificar les activitats de manera que possibilitin tant aquests aprenentatges mínims com d'altres de més amplis. Per exemple, a partir d'un mateix treball experimental, podem demanar a tothom que sàpiga identificar algunes relacions causa-efecte, mentre que un segon nivell exigiria justificar el perquè d'aquestes relacions. En la posada en comú, uns alumnes poden referir-se al primer d'aquests objectius, mentre que d'altres, al segon. A tots els pot ser útil escoltar les explicacions dels companys i companyes, tot i que no cal que tothom entengui bé les que considerem de nivell alt.

De la mateixa manera, cal trobar formes organitzatives que possibilitin la participació de l'alumnat nouvingut que encara té poca fluïdesa en llengua catalana. Pot participar amb el gest o amb el dibuix, pot tenir un company-tutor que l'ajudi de forma especial o se'l pot animar a participar tot ajudant-lo a la construcció de nous aprenentatges a partir dels esquemes que ja posseeix.

En tots els casos, una condició bàsica per gaudir de l'aprenentatge és un clima de classe en el qual tothom pugui expressar-se. Perquè sigui així, és necessari canviar l'estatus de l'error: de ser una cosa que cal amagar o dissimular, cal que passi a ser quelcom necessari per poder aprendre. Només des d'aquest punt de vista aconseguirem que els alumnes no copiïn i deixin de tenir vergonya per dir el que pensen, condicions perquè tant el professorat com els companys i companyes puguin ajudar a entendre les causes de l'error i a trobar camins per superar-lo.

Una bona gestió de l'aula passa també perquè l'alumnat sàpiga molt bé què ha de fer, com i per què. L'inici de la classe ha de servir per fixar l'objectiu de treball i per connectar allò què es farà amb les classes anteriors. També és important acabar la classe amb una bona síntesi i un anunci de com es continuarà el procés d'aprendre, de manera que l'alumnat hi podrà anar pensant entre classe i classe.

En resum, la finalitat és ensenyar perquè l'alumnat aprengui les idees i maneres de fer pròpies de la ciència i gaudeixi amb aquest aprenentatge⁴.

4.2. L'avaluació

L'avaluació juga un paper fonamental en tot procés d'aprenentatge. Permet que es percebi allò que cal aprendre, així com les dificultats i obstacles a superar i si val la pena esforçar-se per superar-los. Per tant, si els objectius d'aprenentatge es relacionen amb el desenvolupament de competències, caldrà incorporar noves pràctiques d'avaluació.

L'avaluació té dos objectius bàsics. D'una banda, un objectiu didàctic (necessitat de saber abans del final de la unitat didàctica si l'alumnat està progressant com s'espera i, en cas contrari, facilitar-li que sigui capaç de revertir la situació) i, d'una altra, un objectiu social de classificació de l'alumnat i d'orientació (necessitat d'emetre un judici al final d'un determinat període d'ensenyament sobre la qualitat dels aprenentatges realitzats per l'alumnat).

a) L'avaluació al llarg del procés d'aprenentatge.

L'objectiu didàctic de l'avaluació té com a finalitat fer conscient, tant l'alumnat com el professorat, de les dificultats que cal superar per progressar en l'aprenentatge i promoure que els que aprenen trobin camins per superar-les. Implica recollir dades al llarg de la unitat didàctica a partir d'observacions i de l'anàlisi sobre com es realitzen les activitats, i va molt més enllà de la puntuació.

Tanmateix, serveix de molt poc que el professorat dediqui moltes hores a corregir treballs i proves, ja que només la persona que ha comès els errors pot corregir-los. Per tant, cal que les activitats d'avaluació amb finalitats reguladores promoguin que sigui el propi alumnat qui identifiqui els errors, així com les millors estratègies per superar-los.

Sovint, la manera més adient d'aconseguir que els nois i noies siguin autònoms i aprenguin a regular-se és a partir de la coavaluació entre iguals, ja que acostumen a discutir i revisar les propostes de millora dels companys i companyes i, al mateix temps, tot analitzant produccions d'altres, reconeixen els propis errors. En canvi, tenen dificultats per entendre les propostes de correcció del professorat i, sovint,

⁴ Vegeu Sardà, A., "Ensenyar a aprendre: un aspecte fonamental de la nostra professió", *Ciències*, núm. 7, 2007.

no en fan cas perquè no se les fan seves. Però, perquè puguin coavaluar-se i autoavaluar-se, caldrà que s'apropiïn dels criteris d'avaluació.

Hi ha tres moments fonamentals per a una avaluació amb finalitats formadores:

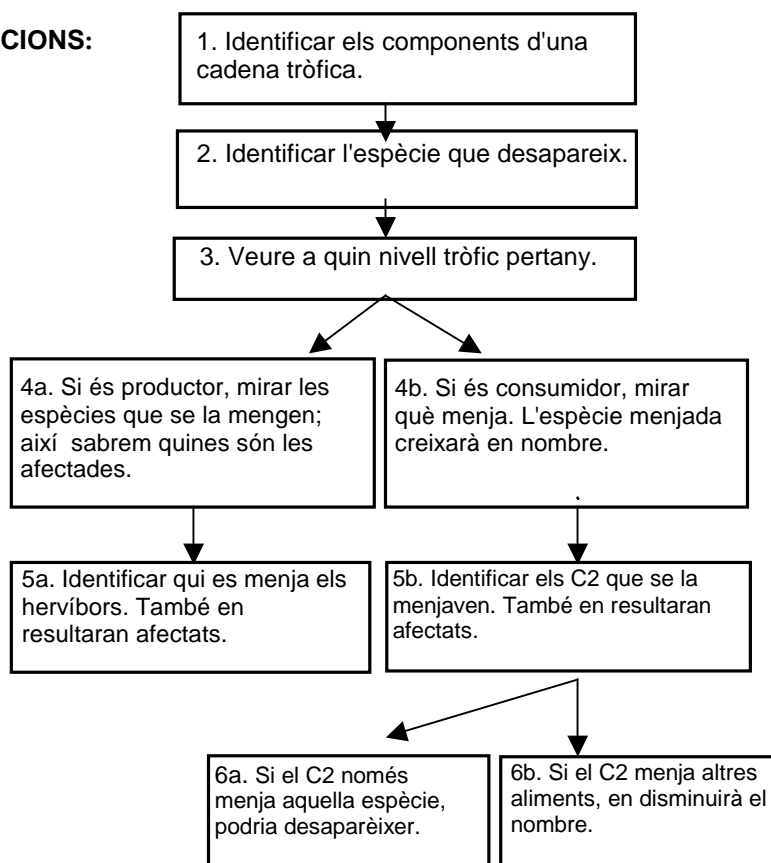
- **A l'inici** de la unitat didàctica és important saber amb quin bagatge inicien els nois i noies l'aprenentatge d'un tema, amb quines idees de partida, experiències, expectatives i actituds. L'activitat inicial és un bon moment per detectar aquest bagatge i també per saber si els estudiants identifiquen els motius i els objectius de les activitats a realitzar; en definitiva, si es representen allò que han d'aprendre.

Quadre 13: Base d'orientació dissenyada per dues alumnes, després d'haver-la avaluat-regulat

BASE D'ORIENTACIÓ

Què passaria si desaparegués una de les espècies d'una cadena tròfica?

ACCIONS:



[Font: García, P., IES Joan Oliver, Sabadell]

- **Durant i després de la realització d'activitats** orientades a la construcció de noves idees i maneres de fer, serà important avaluar si s'han arribat a abstraure les idees-clau del model objecte d'estudi i els procediments de treball. En especial, caldrà avaluar-regular com els alumnes anticipen i planifiquen què han de fer o què han de pensar per resoldre amb èxit un determinat tipus de tasques. Per exemple, en què han de pensar i fer per

decidir si una substància és una mescla, un compost o un element; per saber quines conseqüències tindrà el fet que desaparegui una espècie en un ecosistema, o per analitzar l'impacte ambiental en l'ús d'un determinat material. Els alumnes hauran de fer, primer, els seus propis resums, mapes conceptuals, esquemes o bases d'orientació, que s'hauran d'avaluar a partir de processos de coavaluació i d'autoavaluació (vegeu exemple del quadre 13, referit al canvi físic segons el model de partícules de la matèria). Cal dedicar temps a aquesta activitat avaluadora, ja que, si el que aprèn és capaç d'anticipar adequadament el pla d'acció, ben segur que després resoldrà molt millor les tasques que li demanarem.

- **Per últim**, cal avaluar si l'alumnat identifica adequadament els criteris d'avaluació i, en funció d'ells, és capaç d'autoregular què pensa i què fa quan resol tasques diferents a les realitzades en la primera part del procés d'aprenentatge, i si ajuda a la regulació dels companys i companyes. La taula del quadre 14 recull exemples de criteris d'avaluació. Per elaborar-la, primer els nois i noies han fet propostes que, després, s'han consensuat entre tots. Finalment, l'apliquen per coavaluar o autoavaluar fenòmens ben diversos. Per exemple, la introducció del model es va fer a partir d'aprofundir en els canvis d'estat. Després, per parelles, l'alumnat va fer diferents observacions (solucions: s-s. l-s. l-g; difondre perfum a la classe; dilatació de sòlids, líquids o gasos, etc.), va elaborar una justificació del fenomen i va coavaluar la valoració feta per una altra parella⁵.

Quadre 14: Taula de criteris d'avaluació consensuada amb l'alumnat

Criteris d'avaluació de la justificació d'un canvi físic segons el model de partícules de la matèria.	Sí	R	No	Què podria millorar?
-Fa referència al fet que les substàncies estan formades per partícules.				
-Si és una substància pura, diu o dibuixa que totes les partícules són iguals.				
- Les partícules no varien entre l'estat inicial i el final (ni el tipus ni la grandària).				
-Dibuixa o diu que, en l'estat sòlid, les partícules poden estar ordenades, si es refereixen a cristalls, o desordenades, si són substàncies amorfes. En els estats líquid i gasós, sempre estan desordenades.				
- Senyala que, a més temperatura, les partícules es mouen a més velocitat i la distància entre elles és més gran (excepte en el cas de l'aigua entre 0°C i 4°C).				

⁵ Vegeu un altre exemple de treball per promoure l'autoavaluació a: Casadevall, P., "L'autoavaluació en els treballs pràctics", *Ciències*, núm. 7, 2006.

b) L'avaluació al final del procés d'aprenentatge.

L'avaluació final orientada a qualificar l'aprenentatge de l'alumnat ha de ser coherent amb el procés d'ensenyament plantejat. Si la finalitat d'aquest procés és que sigui capaç d'utilitzar el coneixement après per interpretar situacions ben diverses i complexes, i per fonamentar actuacions, les activitats per avaluar no es poden reduir a plantejar qüestions que siguin simples o reproductives d'allò que diu el llibre. Per contra, s'ha de comprovar si l'alumnat sap llegir situacions noves, interpretar-les, argumentar, deduir, plantejar-se noves preguntes significatives, etc.

El currículum inclou els criteris d'avaluació, que són el referent a tenir en compte en planificar les activitats d'avaluació. Per exemple, un criteri d'avaluació inclòs en el currículum de 3r curs és: *“Identificar canvis químics en l'entorn quotidià i en el cos humà, i justificar-los a partir d'evidències observades experimentalment. Cercar informació, avaluar-la críticament i prendre decisions justificades sobre l'ús que fem dels materials en l'entorn proper”*. És a dir, caldrà comprovar fins a quin grau l'alumnat demostra que és competent per fer aquestes accions que li haurem ajudat a aprendre a realitzar. Per comprovar-ho, es pot escollir una activitat d'aplicació, ja sigui presentant una notícia de diari o un problema real i demanar que la resolgui a partir d'un guió amb subpreguntes, si es considera necessari⁶.

No cal que totes les activitats d'avaluació siguin globals, com la de l'exemple anterior, però en tot cas han d'incloure qüestions referents als diferents tipus de continguts conceptuals, procedimentals i actitudinals. Hi ha d'haver preguntes per reconèixer si s'han superat algunes de les idees més compartides, i d'altres que avaluin la capacitat per identificar la qualitat en el disseny d'un experiment. Certes qüestions poden comportar haver d'escollir entre diferents opcions i, en d'altres, es pot demanar, per exemple, que l'alumnat escrigui una argumentació entorn d'una problemàtica ambiental, que digui quina és la pregunta que guia el disseny d'un experiment descrit o que indiqui quines paraules-clau seleccionaria per buscar una determinada informació a Internet.

És a dir, les activitats d'avaluació han de permetre reconèixer que l'alumnat ha desenvolupat els diferents aspectes que caracteritzen la competència científica. Per tant, s'ha de poder avaluar si s'interessa per la ciència, si s'ha apropiat de les idees-clau del contingut conceptual objecte d'estudi, si sap plantejar preguntes i dissenyar experiments, si sap pensar de manera autònoma i creativa, si sap comprendre un text de contingut científic, si sap escriure una argumentació, etc. L'alumnat ha de poder percebre, a través de l'avaluació, que tots aquests components de la competència científica són importants i ho reconeixerà si el professorat hi dóna valor. El percentatge en el valor de la qualificació final de cadascun d'aquests components pot variar segons la temàtica objecte d'estudi, però de manera habitual tots aquests components hi seran presents i el seu pes en l'avaluació serà comunicat i justificat a l'alumnat.

Les activitats d'avaluació final poden ser diferents de la proposta de proves escrites. També es pot demanar que afrontin la resolució de problemes o projectes que a vegades comportin dissenyar i aplicar experiments, que presentin els resultats i la seva justificació a companys i companyes d'un altre curs o a les famílies, tot sintetitzant què han après per mitjà d'una presentació oral.

⁶ Es poden trobar exemples d'aquests tipus de situacions als ítems alliberats de les proves PISA. Vegeu: *Pisa 2000. Ítems alliberats*. Col. Documents, núm. 2. Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, 2005; i *Pisa 2003. Ítems alliberats*. Col. Documents, núm. 3. Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, 2005.

Per qualificar els resultats, s'establiran indicadors, que es poden consensuar prèviament amb l'alumnat, en relació amb el grau de pertinència de les evidències trobades; la informació recollida i la justificació de les decisions; i la completesa, precisió i creativitat de les respostes. D'aquesta manera, s'avaluarà la competència de l'alumnat en l'ús del nou coneixement científic, però també en la comunicació, en el tractament de la informació, en l'autonomia i iniciativa personal i en l'actuació responsable vers el seu entorn⁷.

Aquestes activitats, a més de tenir la funció de disposar de dades per poder acreditar els aprenentatges dels alumnes i valorar si el procés d'ensenyament aplicat els ha estat útil per desenvolupar les seves capacitats, també serveixen perquè els mateixos nois i noies puguin reconèixer que han après i que són capaços de resoldre les tasques proposades amb les eines de pensament i d'acció que ara coneixen. Per tant, només té sentit realitzar-les si es preveu que la majoria serà capaç de superar-les amb un cert èxit. En cas contrari, és millor dedicar temps a revisar els aspectes que encara estan poc entesos, si considerem que són bàsics.

És possible que, a l'inici, els nois i les noies estiguin desconcertats, ja que no estan habituats a aquest tipus d'avaluació. Però, a poc a poc, quan reconeixen que són capaços de resoldre tasques que els resulten interessants, progressivament més alumnes adquireixen el gust per aprendre.

⁷ Vegeu el desplegament dels diferents nivells de la competència científica, com a referent per establir els criteris d'avaluació, a: *Estudi PISA 2006. Avançament de resultats*. Col. Quaderns d'Avaluació, núm. 9. Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, 2006.

ANNEX 1**QUANTA AIGUA CAU I A ON VA A PARAR?****Indicacions per al professorat**

Aquest és un exemple d'activitat del bloc de contingut de primer d'ESO "La Terra i els seus embolcalls". Al mateix temps, es treballen continguts de matemàtiques, com l'ús d'unitats de mesura de massa i volum; de tecnologies, com l'ús de dispositius per a l'observació, recollida i tractament de les dades; i de llengües, com l'elaboració d'un text justificatiu.

Aquesta activitat se centra en el coneixement de l'estructura i el funcionament d'un pluviòmetre, així com en les característiques del lloc on s'ha d'emplaçar i, a la vegada, facilita que l'alumnat aprengui a conèixer les relacions entre les unitats de precipitació: els mm i els l/m². La finalitat de l'activitat és aplicar aquests coneixements al plantejament de propostes de recollida i reutilització de l'aigua de pluja.

A partir d'un primer diàleg sobre quin pot ser l'instrument idoni per mesurar l'aigua que cau en un lloc determinat, per tal de fer-se una idea dels coneixements previs de l'alumnat, es proposa que l'alumnat construeixi un pluviòmetre a partir d'una ampolla d'aigua de plàstic, i l'utilitzi per resoldre la situació plantejada.

L'activitat es desenvolupa al laboratori, encara que també es pot realitzar a l'aula. Té una durada aproximada de 60 minuts, repartits en uns 10 minuts inicials per al diàleg inicial, 30 minuts per construir el pluviòmetre i 20 minuts per respondre un qüestionari, que té com a finalitat reflexionar sobre la resolució del problema. És possible que calgui dedicar part d'una altra sessió per a la regulació de les dificultats que l'alumnat hagi pogut tenir.

L'avaluació es fa a partir de tres aspectes: l'actitud i cura durant la construcció, la qualitat del pluviòmetre construït, la completesa de l'informe escrit on es doni resposta al problema inicial, i la pertinença de la proposta de reutilització de l'aigua de pluja.



Activitats per a l'alumnat: construcció del pluviòmetre

1. Amb les tisores talleu l'ampolla en dues parts, de forma que us quedi, d'una banda, un recipient cilíndric, amb les parets paral·leles i, de l'altra, la part superior de l'ampolla, on es troba el forat del tap. Aquesta segona part, invertida, té forma d'embut, i ha d'encaixar en el recipient cilíndric que heu obtingut en tallar l'ampolla en dos.
2. Per aconseguir que encaixin bé aquestes dues parts, i també evitar el risc de tallar-vos amb les vores de plàstic mentre manipuleu el futur pluviòmetre, poseu cinta aïllant en els perfils de les dues parts de l'ampolla, en el recipient cilíndric i en l'embut.
3. Amb el retolador permanent i el regle, marqueu una escala graduada en el recipient cilíndric, fent divisions cada centímetre, o cada mig centímetre. El punt 0 ha d'estar en el fons de l'ampolla. Cada mig centímetre correspondrà a 5 mm de precipitació i cada centímetre a 10 mm.

4. Per emplaçar el pluviòmetre en un test, o al terra, enganxeu-lo amb cinta a una vareta de fusta.
5. Finalment disposeu la vareta amb el pluviòmetre enganxat, clavant-la en un test o sobre el terra del pati. L'alçada més adequada d'un pluviòmetre és de 150 cm des de la boca fins al nivell del terra. Convé col·locar-lo separat de construccions, arbres o d'altres elements que puguin alterar l'enregistrament de les precipitacions.

Valoració dels resultats

- ◆ El pluviòmetre que hem construït es pot situar en llocs diferents. Per exemple, la Sònia, la Jenny i el Xavi, que viuen al mateix carrer, l'han instal·lat cadascú a un lloc diferent. La Sònia l'ha posat en un test al balcó, la Jenny sota un arbre en el pati de casa i el Xavi a la barana del terrat. Aquella mateixa nit, hi va haver una tempesta i l'endemà, quan es van trobar camí de l'institut, van comparar els seus resultats. El pluviòmetre de la Sònia va enregistrar 15 mm de pluja, el de la Jenny 20 mm i el del Xavi 22 mm. Com pot ser que hi hagi aquestes diferències si viuen al mateix indret?
- ◆ Imaginem que un matí cau un xàfec i observem que l'altura de l'aigua dins el pluviòmetre casolà situat al terrat de l'institut és de 2,5 cm. Com hem d'expressar l'aigua que ha caigut? Si el terrat de l'institut fos rectangular i tingués una longitud de 40 metres i una amplada de 20 metres, quants litres d'aigua haurien caigut?
- ◆ Busqueu informació sobre la mitjana anual de precipitacions a la nostra població i calculeu els litres d'aigua que podrien caure anualment de mitjana al terrat de l'institut.
- ◆ On penseu que va a parar l'aigua de la pluja que cau sobre el terreny que ocupa l'institut? Dibuixeu diferents possibles recorreguts de l'aigua.
- ◆ El nostre clima és sec i hi ha èpoques que plou poc. Si volguéssim emmagatzemar en un dipòsit tota la pluja que cau al terrat de l'institut en un any (sense comptar la que es pugui evaporar), quines dimensions hauria de tenir aquest dipòsit?
- ◆ Quins usos podríem donar a l'aigua recollida? Elaboreu un informe que reculli una proposta, viable i ben justificada, de reutilització de l'aigua de la pluja.

[Adaptació de l'activitat dissenyada per Jordi Mazón Bueso, de l'Escola Badalonès (Badalona), i per Marcel Costa, de l'IES de Castellar (Castellar del Vallès)]

ANNEX 2**PESA MÉS, MENYS O IGUAL?****Indicacions per al professorat**

Aquest és un exemple d'activitat per explorar les idees prèvies de l'alumnat sobre el concepte de conservació de la massa en una reacció química, dins el bloc de "Les reaccions químiques" de tercer d'ESO. Es tracta que l'alumnat apliqui processos propis de la metodologia científica de treball (predir, observar i extreure conclusions) a partir de l'observació del que passa quan s'afegeix un comprimit efervescent en una ampolla amb aigua i es pesa.

L'alumnat ha de determinar si la balança marca el mateix en tres situacions diferents: amb el recipient obert, tancat amb un tap, o tancat amb un globus.

Per poder fer la pràctica, es necessita una ampolla buida d'uns 50 ml d'aigua i el seu tap, comprimits efervescents, globus i una balança (sensibilitat: 0,01 g).

L'avaluació es fa a partir de diferents aspectes: l'actitud i cura durant l'experiment, la solidesa de les prediccions i les conclusions finals, que han de servir l'alumnat per reflexionar sobre allò que, si escau, haurà de revisar.

Activitats per a l'alumnat**1. Feu prediccions**

Feu la predicció de què marcarà la balança en les tres situacions:

- a) Si deixeu caure el comprimit dins l'ampolla i no la tapeu.
- b) Si feu el mateix, però immediatament tapeu l'ampolla amb el seu tap ben roscat.
- c) Si feu el mateix, però tapeu l'ampolla amb un globus.

2. Realitzeu els experiments

a) Amb l'ampolla oberta:

- Poseu uns 50 ml d'aigua a l'ampolla.
- Prepareu dos o tres comprimits efervescents trencats per la meitat.
- Peseu l'ampolla amb l'aigua, el seu tap i els comprimits a la balança sense barrejar-los. Preneu nota del pes total.

- Fiqueu els comprimits dins l'ampolla i espereu que acabi l'efervescència per tornar a llegir el pes.

b) Amb l'ampolla tancada amb el tap:

- Buideu l'ampolla, torneu-la a omplir amb uns 50 ml d'aigua i repetiu les operacions com abans.
- Ara, un cop hagueu ficat els trossos de comprimits a dins, tapeu tot seguit l'ampolla amb el tap de rosca.
- Preneu nota del pes quan s'hagi acabat l'efervescència.

Aneu amb compte, que pot sortir gas i aigua a pressió!

c) Amb l'ampolla tancada amb un globus:

- Repetiu els passos anteriors, però ara peseu primer l'ampolla amb aigua, uns comprimits tallats per la meitat i un globus que haureu inflat i desinflat un parell de vegades per millorar-ne l'elasticitat.
- Fiqueu els comprimits dins l'ampolla i, immediatament, tapeu-la amb el globus. Quan s'hagi acabat l'efervescència, apunteu el pes.

En aquest requadre anoteu els resultats anteriors:

	PRIMER EXPERIMENT	SEGON EXPERIMENT	TERCER EXPERIMENT
Pes final			
Pes inicial			
Diferència de pes			

Anàlisi dels resultats

Feu un redactat explicant què penseu que ha succeït en cadascun dels experiments, així com les raons de les diferències que hi heu trobat.

[Adaptació de l'activitat dissenyada per Josep Corominas, de l'Escola Pia de Sitges]