

Col·lecció Ciències 12-16

Material Experimental



L'AIGUA NO ÉS AIGUA, QUÈ ÉS?





PROPOSTA DE CRÈDITS VARIABLES TIPIFICATS: P. CIÈNCIES 12-16

L'actual currículum de l'E.S.O. organitzat en crèdits comuns i crèdits variables d'acord amb el que estableix la Reforma educativa, presenta la possibilitat que val la pena aprofitar d'establir un fil conductor entre els continguts dels crèdits comuns i dels variables.

Els materials curriculars escrits en els diferents crèdits del projecte Ciències 12-16 ofereixen la possibilitat de desenvolupar els següents crèdits variables tipificats:

Per què serveixen les roques? 373.5.05.35
Les activitats humanes i la contaminació
Petites investigacions
El canvi químic
Les forces i els seus efectes
Cos, sexualitat i reproducció
El cos humà
Educació per a la salut: estils de vida i salut
Com funciona la biosfera 373.5.05.35

En alguns casos el Projecte Ciències 12-16 ofereix totes les activitats escrites per desenvolupar el crèdit tipificat, però en altres casos s'ha d'afegir alguna activitat per arrodonir el contingut del crèdit.



23 NOV. 1998



Generalitat de Catalunya
 Departament d'Ensenyament
 Direcció Gral. d'Ordenació
 Educativa



Nom crèdit Projecte Ciències 12-16.	Contingut a desenvolupar en-el crèdit comú	Possibles crèdits variables a realitzar a partir del contingut dels crèdits del Projecte Ciències 12-16. <i>Quan coincideix amb un crèdit tipificat s'indica amb lletra cursiva</i>
La diversitat i la unitat dels materials	Bloc I, II, III i IV	<i>Per a què serveixen les roques? Bloc V: Roques i minerals</i>
La diversitat i la unitat dels éssers vius	Bloc I, II, part III i IV	Bloc III: Els cinc regnes
L'aigua no és aigua, què és?	Bloc I, bloc II. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 i 9 i Bloc III	<i>Les activitats humanes i la contaminació</i> "L'aigua no és aigua, què és?": Bloc II. 6 i 10 i "L'aire què és i què fa?": Bloc VI
L'aire què és i què fa?	Bloc I, II, III i IV	<i>Petites investigacions</i> Bloc IV: Lleis dels gasos
Sistemes químics	Bloc I, II, III, IV i V	<i>El canvi químic</i> Bloc VI: El nostre món és químic
El canvi: com hi intervé l'energia?	Bloc I, II, III	<i>Les forces i els seus efectes</i> Bloc IV: Força, energia i moviment
Els éssers vius, com funcionen?	Bloc I i II	<i>Cos, sexualitat i reproducció.</i> Bloc III. Els éssers vius es reproduïen <i>El cos humà</i> Bloc II: Els éssers vius es relacionen <i>Educació per a la salut: estils de vida i salut</i> Bloc 1.1. L'alimentació i Bloc IV. Mantenir-se en forma
La Terra i l'evolució	Bloc I, II, III i IV	<i>Com funciona la biosfera</i> Bloc V: Els ecosistemes canvien "El canvi" Bloc VI. L'efecte hivernacle

Generalitat de Catalunya
 Departament d'Ensenyament
 Direcció General
 d'Ordenació Educativa



Ciències 12 - 16

1r CICLE

DIVERSITAT I UNITAT

La diversitat i la unitat dels materials

La diversitat i la unitat dels éssers vius

SUBSISTEMES DE LA TERRA

L'aigua no és aigua, què és?

L'aire, què és i què fa?

2n CICLE

FUNCIONAR

L'energia

Els éssers vius: com funcionen?

Sistemes químics

TEMPS

La Terra i l'evolució

Situació del crèdit *L'aigua no és aigua, què és?* dins el Projecte Ciències 12-16.

El projecte Ciències 12-16 té com a objectiu elaborar els crèdits corresponents a l'àrea comuna de les Ciències Experimentals de l'etapa d'Educació Secundària Obligatòria.

Es tracta d'un projecte obert que preveu dur a terme un treball en comú entre el professorat que el desenvolupi a l'aula i el que treballi en la seqüenciació i el disseny dels diferents crèdits.

L'opció d'un projecte vertebrat, en lloc d'un conjunt de crèdits més o menys independents, vol també ajudar a donar coherència a la tasca del professorat i facilitar que l'aprenentatge de les ciències, en aquesta etapa, sigui significatiu per a l'alumnat.

Considerem que allò que unifica les ciències "és explicar amb teories", és a dir, "interpretar" els fenòmens. Es pretén que els nois i noies aprenguin a interpretar els fenòmens físico-químics i naturals (biològics i geològics) mitjançant els models teòrics que donen sentit als conceptes científics.

D'acord amb una perspectiva d'evolució conceptual, la seqüenciació realitzada per introduir els conceptes científics està integrada dins els anomenats **currículums en espiral**, per tal d'incidir una vegada i una altra en els mateixos conceptes amb un grau d'abstracció cada vegada més gran, i de manera que cada vegada es vagin referint a un nombre creixent de fets.

El projecte, doncs, consta de vuit crèdits. Els quatre primers corresponen al primer cicle de l'etapa i els quatre darrers al segon cicle.

Primer cicle

- La diversitat i la unitat dels materials
- La diversitat i la unitat dels éssers vius
- L'aigua no és aigua, què és?
- L'aire, què és i què fa?

Segon cicle

- Els sistemes químics
- L'energia
- Els éssers vius, com funcionen?
- La Terra i l'evolució

Així, doncs, la realització del present crèdit està prevista per al segon curs de l'etapa 12-16. El crèdit *L'aigua no és aigua, què és?*, juntament amb el de *L'aire, què és i què fa?*, es proposen estudiar les característiques i les propietats d'aquests dos subsistemes de la Terra, i es treballen els models introduïts en els crèdits anteriors.

Índex

Material per al professorat

1. Introducció	9
2. Objectius generals del crèdit	11
3. Continguts	12
3.1 Conceptes, fets i sistemes conceptuals	12
3.2 Procediments	13
3.3 Actituds, valors i normes	14
4. Activitats d'ensenyament i aprenentatge	15
5. Criteris i activitats d'avaluació	17
6. Temporització	29
7. Orientacions per a la intervenció pedagògica	30
8. Bibliografia i recursos didàctics	106

Material per a l'alumnat

Presentació del crèdit	5
I. Introducció: on és l'aigua?	7
1. Història d'una gota d'aigua al camp i a la ciutat	9
2. L'aigua a casa nostra	11
II. Què és i què fa l'aigua?	13
3. L'aigua interacciona amb altres materials	15
3.1 Per què utilitzem l'aigua per rentar?	15
3.2 L'aigua com a dissolvent	16
3.2.1 Per a què podem utilitzar les dissolucions?	16
Una altra manera de conèixer aproximadament la seva concentració	19
3.3 Lectura	20
4. L'aigua en els éssers vius	21
4.1. L'aigua, constituent bàsic dels éssers vius	21
4.1.1 El contingut d'aigua en els éssers vius	21
4.1.2 Per què és important l'aigua per als éssers vius?	24

4.2. L'absorció i la distribució de l'aigua en les plantes	31
4.2.1 L'absorció de l'aigua per les arrels	31
4.2.2 L'aigua com a agent transportador als organismes	34
5. L'aigua és un líquid: la flotació i els vasos comunicants	35
5.1 Quins materials poden flotar?	35
5.2 La flotabilitat en relació amb la densitat	36
5.3 Però els cossos més densos no sempre s'enfonsen!	37
5.4 Variacions de flotabilitat	40
5.5 Aparells per mesurar la densitat d'un líquid	43
5.6 Els vasos comunicants	46
6. L'aigua, un bé escàs	48
6.1 L'aigua que arriba a casa	48
6.2 L'aigua que gastem	49
6.3 Com embrutem l'aigua a casa?	51
6.4 Balanç ecològic entre una pastilla de sabó i una ampolla de sabó líquid per a les mans	52
7. L'«aigua» no és aigua	53
7.1 Totes les «aigües» són iguals?	53
7.2 L'aigua com a substància pura	54
7.3 Totes les <i>aigües</i> «bullen» o «gelen» a la mateixa temperatura?	56
8. Els canvis d'estat d'agregació	62
8.1 Els canvis d'estat d'agregació	62
8.2 La meteorització de les roques	65
8.3 Els oceans perden aigua?	67
8.4 Les plantes perden aigua?	68
9. El cicle de l'aigua	72
10. Qualitat de l'aigua: actituds que cal tenir en compte	76
10.1 L'autodepuració de l'aigua	76
10.2 Una estació potabilitzadora	79
10.3 L'aigua que surt de casa	82
III. Reprenem els models	83
11. L'aigua, medi de vida: adaptació dels peixos al medi aquàtic	85
12. L'aigua modela el paisatge	90
13. Tornem al model de partícules	93
14. Accions per millorar la utilització de l'aigua	95
15. Activitat final	99

1. Introducció

Ens plantejem l'estudi de l'aigua com un tema de ciències que és pròxim a la realitat quotidiana de l'alumnat i, per tant, pot despertar el seu interès. D'altra banda, permet introduir i estudiar continguts bàsics de les diferents disciplines de les ciències experimentals. Es tracta de desenvolupar activitats de caràcter experimental amb instruments científics sobre diferents terrenys, i activitats de reflexió i discussió a l'aula a partir de les dades obtingudes i els procediments emprats.

El crèdit es desenvolupa en tres blocs, en què les activitats estan estructurades a partir del coneixement de les idees de l'alumnat i les dificultats d'aprenentatge.

En el cas del tema que ens ocupa, relacionat amb el medi ambient, creiem que no n'hi ha prou amb un aprenentatge de coneixements, que d'altra banda presenta el risc de quedar-se en un estadi molt superficial. L'aprenentatge dels coneixements no pot descurar l'aprenentatge d'actituds de respecte i valoració del nostre entorn, basat en la comprensió de les cadenes d'esdeveniments que són la causa dels efectes que té el nostre comportament sobre la natura. Si volem incidir realment sobre la modificació d'actituds, caldrà que fem un tractament específic des d'aquesta perspectiva. Pensem moltes vegades que per treballar les actituds n'hi ha prou amb la conversa a classe.

Els fets que es treballen són:

- L'aigua modela el paisatge, per arrossegament i per dissolució dels materials de l'escorça terrestre. L'aigua és imprescindible per a la vida i és un constituent important dels éssers vius. Els organismes estan adaptats al medi aquàtic.
- L'aigua dels rius, del mar i de l'aixeta no és ben bé igual a l'aigua destil·lada. L'aigua (substància) pot presentar-se en estat sòlid, líquid i gasós, però no tots els materials poden presentar-se en els tres estats d'agregació. Les dissolucions "poden cristallitzar" o "precipitar", i canvien d'estat de manera diferent de com ho fa l'aigua, H₂O.
- L'aigua és un bé preciós i escàs, patrimoni de tots els habitants de la Terra i que s'ha de conservar i gestionar, en bé del conjunt de la humanitat.
- Els cossos poden flotar en l'aigua.

Els conceptes que es treballen en el crèdit s'articulen entorn del cicle de l'aigua, que fa de nucli organitzador i va adquirint contingut al llarg de tot el crèdit. Els conceptes que es deriven dels fets són, per exemple: transport de materials, solut i dissolvent, cicle de l'aigua, transpiració de les plantes, transformació física, fusió/congelació, contaminació, deshidratació. Així, també els conceptes relacionats amb nous materials: sal de taula (clorur sòdic), calcita (carbonat de calci), i clorur de calci.

Així mateix es treballen els conceptes teòrics de "substància pura" (H₂O), "dissolució", canvi d'estat d'agregació i, sense insistir-hi, de calor de canvi d'estat d'agregació; "Terra" i compromís col·lectiu envers ella, a través de la consideració de la funció de l'aigua; l'aigua en el paisatge, en els éssers vius i com a substància.

També hem de tenir en compte que hi ha conceptes que, si no els tractem des de l'educació ambiental, difícilment seran tractats des d'altres àrees, com per exemple: reversibilitat/irreversibilitat; linialitat/complexitat; desenvolupament/desenvolupament viable; límit, progrés, solidaritat...

L'aprenentatge d'aquests nous conceptes i maneres de pensar, i la modificació de les actituds i les pautes de comportament són els eixos principals de l'educació ambiental.

Com els altres crèdits, aquest és també un crèdit obert en el sentit que les activitats proposades s'han d'adaptar a la realitat de l'escola i a les característiques de l'alumnat en particular, amb l'objectiu que l'alumnat aprengui a pensar sobre el món físic i natural, a escriure sobre ciències, i a actuar de manera responsable en el seu entorn.

2. Objectius generals del crèdit

1. Descriure i interpretar les formes de presentar-se l'aigua en la superfície terrestre i les fases del cicle hidrològic.
2. Diferenciar una acció humana d'una de natural en el paisatge, en relació amb l'aigua. Descriure i reconèixer les accions humanes relacionades amb l'ús de l'aigua.
3. Justificar la importància de l'aigua en els éssers vius i la seva relació amb la salut.
4. Justificar i reconèixer la importància de l'aigua com a agent que modela el paisatge, per la seva acció sobre els materials de l'escorça terrestre.
5. Valorar la importància dels vegetals en la constitució de l'aigua atmosfèrica i la seva conseqüència en el clima.
6. Distingir conceptualment i experimentalment l'aigua com a substància pura, de l'aigua com a dissolució, fonamentant la distinció en les propietats de l'aigua pura i les dissolucions aquoses.
7. Reconèixer i descriure els canvis d'estat, a pressió constant, i relacionar-los amb l'absorció i l'alliberament de calor al medi ambient. Explicar per què durant un canvi d'estat la temperatura es manté constant.
8. Diferenciar el procés d'evaporació del d'ebullició.
9. Relacionar el model de partícules amb els estats d'agregació de l'aigua i les seves propietats.
10. Evitar el malbaratament de l'aigua com a primera matèria i participar eficaçment en les decisions de la vida escolar i pública, quan es tracta de la contaminació de l'aigua.
11. Interpretar i elaborar representacions gràfiques d'una variable quantitativa o qualitativa mitjançant diagrames de barres, histogrames o diagrames de sectors.
12. Valorar la irreversibilitat de certs efectes sobre el medi i el límit de contaminació, i reflexionar sobre les mesures que es poden prendre per reduir els problemes de la contaminació de les aigües domèstiques.
13. Reconèixer l'escassetat d'aigua "dolça" en el planeta i reflexionar sobre els problemes de la desigual distribució d'aigua potable en el món. Valorar el consum personal d'aigua al llarg del dia i la necessitat d'estalviar-ne el màxim possible.
14. Identificar els problemes que es deriven de l'ús de l'aigua, domèstic i industrial, i resoldre'ls amb l'ajuda de l'experimentació.
15. Descriure les característiques de l'aigua contaminada, depurada i potabilitzada, i els processos de depuració i potabilització.

3. Continguts

3.1 Conceptes, fets i sistemes conceptuals

I. Introducció: on és l'aigua?

1. Història d'una gota d'aigua al camp i a la ciutat
2. L'aigua a casa nostra

II. Què és i què fa l'aigua?

3. L'aigua interacciona amb altres materials

- Dissolvent, dissolució
- Model de partícules
- La meteorització física de les roques. Acció de falca de l'aigua en les roques
- Efectes de la meteorització en el paisatge: la seva relació amb el clima

4. L'aigua en els éssers vius

- El contingut d'aigua en els éssers vius
- La importància de l'aigua en els éssers vius
- Trastorns de salut causats pel contingut d'aigua
- Malalties infeccioses que produeixen deshidratació: el còlera
- L'absorció de l'aigua per les arrels de les plantes
- El transport d'aigua en les plantes

5. L'aigua és un líquid: la flotació i els vasos comunicants

- Flotabilitat, densitat, empenya
- Els vasos comunicants

6. L'aigua, un bé escàs

- L'aigua en la natura. Conceptes d'equilibri-desequilibri
- L'aigua a casa
- L'escassetat i el consum de l'aigua
- La desigual distribució d'aigua en el món
- L'aigua és un bé escàs i car

7. "L'aigua" no és aigua

- Molècules, substància pura, temperatura d'ebullició

8. Els canvis d'estat d'agregació

- Canvi d'estat d'agregació: ebullició, solidificació...
- Evaporació

- Augment de volum de l'aigua quan passa de líquid a sòlid
- La transpiració de les plantes.
- Adaptació de les plantes a la pèrdua d'aigua

9. El cicle de l'aigua

10. Qualitat de l'aigua: actituds que cal tenir en compte

- L'autodepuració de l'aigua. Límit de contaminació
- Aigua contaminada, aigua depurada i aigua potable
- Productes que porta un riu
- Separació de mescles
- Potabilització de l'aigua: estació depuradora

III. Reprenem els models

11. L'aigua, medi de vida: adaptacions dels peixos al medi aquàtic

- L'adaptació dels peixos a l'aigua: forma i funció
- Morfologia interna i externa dels peixos
- La bufeta natatòria: un petit globus dins el peix
- L'aire que respiren els peixos

12. L'aigua modela el paisatge

- El modelatge del paisatge per efecte de l'aigua: erosió, transport i sedimentació
- Els efectes de la vegetació sobre els sòls

13. El model de partícules ens permet explicar el comportament de l'aigua

14. Accions per millorar la utilització de l'aigua

15. Activitat final

3.2 Procediments

- Formulació de preguntes
- Confecció d'un text senzill
- Lectura, comprensió i realització de les instruccions d'un guió de treball experimental
- Elaboració d'hipòtesis
- Realització d'observacions
- Construcció i interpretació d'un gràfic a partir de les dades
- Interpretació de dades d'acord amb un model
- Comparació de dades
- Elaboració d'explicacions fonamentades en un model teòric
- Elaboració de conclusions: resums i síntesis
- Comunicació clara i concisa, oralment i de manera escrita
- Presentació d'informes o treballs

- Utilització de la balança
- Realització de mapes conceptuals
- Realització de petits debats moderats pel professor
- Predicció i comprovació de resultats
- Establiment de conclusions a partir de les dades obtingudes
- Elaboració de models representatius de fenòmens reals
- Descripció i interpretació de material gràfic
- Comunicació estructurada i escrita de les dades obtingudes en la realització d'una pràctica de laboratori
- Anàlisi i posterior discussió de les dades obtingudes en els diferents grups de treball durant una experiència de laboratori
- Manipulació de maquetes
- Distribució de les feines per fer efectiu el treball en equip
- Reflexió sobre el propi aprenentatge
- Diferenciació entre el llenguatge científic i el llenguatge quotidià

3.3 Actituds, valors i normes

- Utilització adequada i meticulosa de l'utilitatge del laboratori
- Apreciació del treball en grup
- Capacitat d'escoltar el company o la companya i compartir les tasques de manera coordinada
- Valoració dels hàbits que col·laboren en el manteniment de la salut
- Actitud crítica davant el consum de determinats aliments o altres productes (com ara l'aigua) que puguin atemptar contra la salut individual o col·lectiva
- Disposició a l'observació i a la interpretació de fenòmens que s'esdevenen en el nostre entorn
- Valoració de l'avenç científic i tecnològic en la confortabilitat de les nostres vides
- Apreciació de l'efecte que té l'aigua com a agent que modela el paisatge
- Actitud crítica davant determinades accions que, promogudes per les persones, malmeten la natura
- Consciència i responsabilitat per les conseqüències que provoquen fenòmens com ara els incendis forestals o la tala incontrolada d'arbres
- Apreciació de la importància de l'aigua com un bé preciós i escàs, per a la vida del planeta i que cal conservar
- Valoració de les implicacions socials, econòmiques i ambientals de l'ús de l'aigua
- Apreciació de la feina ben feta
- Actitud crítica davant accions quotidianes de consum i contaminació de l'aigua
- Accions que dificulten l'autodepuració de l'aigua en la natura
- Sensibilització davant la manera com gastem i contaminem l'aigua a casa
- Conscienciació de la dificultat de potabilitzar l'aigua i del consum d'energia que suposa
- Necessitat de depurar l'aigua després d'usar-la
- Valoració de la solidaritat com a valor

4. Activitats d'ensenyament i aprenentatge

Relació de les activitats que es treballaran al llarg d'aquest crèdit:

1. Redacció individual del tema *Història d'una gota d'aigua al camp i a la ciutat*
2. Visió del vídeo *El cicle de l'aigua* i resolució d'un qüestionari
3. Càlcul experimental del pes sec de diferents materials orgànics. Construcció d'un gràfic de barres en què es mostri el contingut d'aigua de diferents parts del cos humà. Reflexió sobre la relació que hi ha entre el contingut d'aigua i l'activitat dels teixits
4. Lectura i interpretació d'un text, i realització d'un mapa conceptual
5. Lectura i interpretació d'un text, i resolució de qüestions
6. Estudi experimental de la utilització de l'aigua per rentar a causa de les seves propietats com a dissolvent. Estudi dels efectes del sabó
7. Predicció i comprovació de la solubilitat de diferents substàncies. Estudi experimental de les propietats de l'aigua com a dissolvent i utilització del model de partícules per explicar-les
8. Construcció d'una maqueta per comprovar l'efecte de la vegetació sobre l'erosió dels sòls per efecte de l'aigua. Predicció i interpretació dels resultats
9. Utilització d'una maqueta per comprovar el transport i la sedimentació diferencial de diferents materials. Predicció i interpretació dels resultats obtinguts
10. Utilització d'una maqueta per comprovar el transport de materials solubles per l'aigua. Predicció, interpretació dels resultats obtinguts
11. Comprovació experimental, mitjançant aigua acolorida i api, de l'efecte de l'aigua com a agent transportador als organismes
12. Lectura i interpretació d'un text sobre l'aigua com a substància pura
13. Estudi experimental de la temperatura d'ebullició de l'aigua. Elaboració de gràfics temps-temperatura
14. Estudi experimental de la solidificació de l'aigua. Utilització del model de partícules per explicar les observacions fetes
15. Interpretació de fotografies de paisatges per analitzar l'efecte del gel en la meteorització de les roques
16. Estudi experimental de l'evaporació de l'aigua. Utilització del model de partícules per explicar l'evaporació

17. Estudi experimental de la pèrdua d'aigua per les fulles, per transpiració
18. Estudi experimental de les diferències que presenten les plantes pel que fa a les pèrdues d'aigua per transpiració
19. Lectura i interpretació d'un text sobre les adaptacions de les plantes per estalviar aigua
20. Reflexió sobre el paper de les plantes en el cicle de l'aigua
21. Estudi experimental de la dilatació de l'aigua. Predicció de resultats. Utilització del model de partícules per explicar les observacions fetes
22. Reflexió sobre l'origen de l'aigua que arriba a les cases
23. Utilització d'una maqueta per estudiar l'autodepuració de l'aigua
24. Discussió sobre el funcionament d'una estació potabilitzadora
25. Discussió i valoració sobre el consum domèstic de l'aigua
26. Càlcul de la quantitat d'aigua que es gasta a casa en un dia, una setmana i un mes
27. Reflexió sobre com es pot contribuir amb l'actuació quotidiana a disminuir la contaminació de l'aigua
28. Reflexió sobre la necessitat de depurar l'aigua que surt de casa
29. Discussió en grups per trobar accions per millorar la utilització de l'aigua
30. Dissecció d'un peix per estudiar la seva anatomia externa i interna

5. Criteris i activitats d'avaluació¹

L'avaluació de l'alumnat que participa en el Projecte Ciències 12-16, en la mesura que contempla l'atenció a la diversitat, s'estructura entorn a la regulació contínua dels aprenentatges. Regulació tant en el sentit d'adequació dels procediments utilitzats pel professorat a les necessitats i progressos de l'alumnat, com d'autoregulació per aconseguir que l'alumnat vagi construint el seu sistema personal d'aprendre i adquireixi la major autonomia possible. Contínua perquè aquesta regulació no es dona en un moment específic de l'acció pedagògica, sinó que ha de ser un dels components permanents.

En el procés d'avaluació cal tenir en compte tres modalitats: l'avaluació inicial o predictiva, l'avaluació formativa i l'avaluació sumativa.

L'avaluació inicial o diagnòstica té per objectiu determinar la situació de cada noia i noi en iniciar un determinat procés d'ensenyament-aprenentatge per tal de poder-lo adaptar a les seves necessitats.

L'avaluació formativa, durant el procés d'aprenentatge, té com a objectiu determinar les dificultats de cada noia i noi, en el seu procés d'aprenentatge, com també els seus èxits per tal d'adequar i planificar els mitjans de regulació adients. Aquesta concepció correspon a una visió de l'ensenyament en què es considera que aprendre és un llarg procés a través del qual l'alumnat va reestructurant el seu coneixement a partir de les activitats que porta a terme. L'objectiu és més el d'identificar quines són les febleses de l'aprenentatge que no pas els resultats assolits amb aquest aprenentatge. Els errors són objecte d'estudi en tant que reveladors de la naturalesa de les representacions o de les estratègies elaborades per l'alumnat. L'objectiu de l'avaluació formativa és que cada noi i noia arribi a ser capaç d'autoregular la seva progressió en el procés d'aprenentatge, reforçant els èxits aconseguits i proposant formes de gestió dels errors que puguin sorgir durant l'aprenentatge. Els elements essencials en el procés d'autoregulació són:

- La comunicació dels objectius i la comprovació de la representació que l'alumnat se'n fa
- El domini per part de la persona que aprèn de les operacions d'anticipació i planificació de l'acció
- L'apropiació, per part de l'alumnat, dels criteris i els instruments d'avaluació

Així, l'alumnat troba la seva pròpia manera de fer, construeix un bon sistema intern de pilotatge i el millora progressivament.

L'avaluació sumativa té per objectiu establir balanços fiables dels resultats obtinguts al final d'un procés d'ensenyament-aprenentatge. Posa l'accent en la recollida d'informació i en l'elaboració d'instruments de mesura fiables adaptats als objectes que cal avaluar. Els instruments poden ser molt variats i no es validen. Si només es fa aquest tipus d'avaluació, aquesta pràcticament no té cap incidència en el procés didàctic. Les activitats que proposem com a activitats d'avaluació no haurien de perdre el seu

1. L'avaluació en el Projecte Ciències 12-16 segueix les línies de treball exposades per Neus Sanmartí i Jaume Jorba (1992).

caràcter principal d'activitats d'aprenentatge, tant si es fan individualment com en grup, i cal treballar-les a classe el temps i les vegades que es consideri necessaris.

5.1 Instruments per a la regulació del procés d'aprenentatge

5.1.1 Els formularis KPSI

El formulari Knowledge and Prior Study Inventory (KPSI), Young i Tamir (1977), és un qüestionari d'autoavaluació de l'alumnat que permet, d'una manera ràpida i fàcil efectuar l'**avaluació inicial**. A través d'aquest instrument s'obté informació sobre la percepció que l'alumnat té del grau de coneixement assolit en relació amb els continguts que el professor o professora proposa per al seu estudi; per tant, és convenient incloure els prerequisits d'aprenentatge. En la posada en comú dels resultats, quan es demana que expliquin les seves idees, els permet adonar-se que la seva idea inicial no era tan elaborada com pensaven.

Cal que l'alumnat sàpiga que un objectiu que s'ha d'assolir durant i després del crèdit és poder donar resposta a les preguntes dels formularis KPSI. Així, les preguntes dels formularis KPSI plantejades durant el crèdit es poden utilitzar com a avaluació sumativa al final d'aquest.

5.1.2 Les preguntes obertes i les xarxes sistèmiques

És un mètode més costós que no pas els formularis KPSI, però que aporta molta més informació. És un mètode que està basat en l'organització de les respostes a preguntes obertes, dibuixant xarxes estructurals que recullen i organitzen les "unitats de significat" en les frases de l'alumnat. Les regularitats observades en les respostes ens permeten classificar-les en categories.

Tal com indica Bliss (1979), darrere cada paraula escrita en el context d'una frase hi ha un significat no directament expressat per les paraules. L'anàlisi sistèmica pretén representar aquest significat dels sistemes de paraules a través de les xarxes, i ha desenvolupat un poderós formalisme per representar-lo.

Les xarxes són estructures de possibilitats de significat que volen descriure no tant les dades objectives (les frases dels alumnes), sinó més aviat la seva interpretació amb l'objectiu de comprendre el significat que tenen per a l'alumnat. Considerem que la conceptualització és un procés actiu, constructiu i intencional, en què els conceptes són instruments per organitzar les nostres experiències. Per tant, les idees manifestades per l'alumnat representen fases o etapes del desenvolupament cognitiu. Segons aquesta visió, l'estructura cognitiva de la persona que aprèn pateix una reestructuració contínua, ja que cada nova influència la modifica sobretot si pot expressar-la a través del llenguatge, i viceversa.

En un procés d'aprenentatge es porten a terme diferents accions, com pot ser una activitat de classificació, el resum d'un text, la construcció d'un gràfic o la realització d'una pràctica de laboratori. El procés de regulació es concreta i se centra al voltant d'aquestes accions.

5.1.3 Els mapes conceptuais

Els mapes conceptuais tenen per objectiu representar relacions significatives entre conceptes. És un instrument de comunicació de les idees que és útil en qualsevol moment del procés d'aprenentatge.

La seva construcció i la introducció a classe s'explica en les *Orientacions per a la intervenció pedagògica*, activitat 3, del crèdit *La diversitat i la unitat dels materials*. També adjuntem una proposta de valoració del mapa conceptual.

Abans de fer l'activitat és convenient que l'alumnat sàpiga què es valorarà del mapa conceptual. Per analitzar el mapa conceptual, proposem tenir en compte una sèrie d'aspectes i puntuar-los, d'acord amb els criteris proposats per Novak (1981), Stuart (1983) i Márquez (1991). Pel que fa al contingut del mapa conceptual, analitzarem:

Vocabulari: comptar quantes paraules hi figuren i si aquestes són les proposades o bé unes altres. Si usa totes les paraules proposades, 8; si afegeix alguna paraula més, 8 + nombre de paraules afegides.

Proposicions: una proposició és vàlida quan s'indica la relació de significat entre dos conceptes mitjançant les paraules d'enllaç. Es dona un punt per a cada proposició correcta.

Pel que fa a l'estructura del mapa conceptual, analitzarem:

Ramificacions: comptar quantes branques surten de la paraula que encapçala el mapa. Es dona un punt per a cada branca.

Jerarquies: la jerarquia es produeix quan els conceptes subordinats són més específics i menys generals que el concepte que hi ha al damunt. És dona un punt per a cada nivell jeràrquic. (Es compta la branca més llarga.)

Esquemes o unitats tancades: conjunt de paraules que es relacionen entre elles. Es pot puntuar amb un punt a cada esquema o unitat tancada.

Tots aquests aspectes es poden recollir en un quadre com el següent:

Estructura			Vocabulari	
Ramificacions	Jerarquies	Esquemes	Vocabulari	Proposicions

Com que els mapes revelen l'organització cognitiva de cada noia i noi, un cop fets de manera individual, és interessant proposar-ne la realització per grups, ja que així estructuren millor les relacions establertes entre els conceptes. La principal dificultat a l'hora de construir els mapes resideix en el tipus de connexions o paraules d'enllaç entre els conceptes. L'alumnat té tendència a la rutinització de les connexions i utilitza sempre les mateixes. Per millorar aquest aspecte pot ser interessant fer, col·lectivament a classe, l'anàlisi de les proposicions contingudes en alguns dels mapes construïts individualment o per grups.

5.1.4 Les bases d'orientació

Són instruments d'anticipació i planificació de l'acció. Es basen en la psicologia de l'aprenentatge de l'escola soviètica, en la teoria de Galperine de la formació per etapes de les accions mentals. Segons Talizina (1988), es poden distingir **tres fases en l'orientació de qualsevol acció complexa**:

1. La representació correcta de l'objectiu, és a dir, del producte esperat, definit com més concretament millor.
2. L'anticipació sobre les actuacions que s'han de desenvolupar, sobre les etapes intermèdies, sobre els resultats de les operacions projectades, sobre les regulacions possibles.
3. La planificació o l'elecció d'una estratègia.

Les bases d'orientació es poden usar tant per a conceptes com per a procediments. Permeten estructurar la seqüència d'accions que han de resoldre una situació-problema, tenint en compte les diferents possibilitats que es poden presentar en les condicions inicials.

Si un alumne és capaç d'anticipar i planificar l'acció, el que farà, vol dir que és capaç de fer-se una representació mental de l'acció que ha de fer per tenir èxit en resoldre un conjunt de tasques d'aplicar els conceptes i les teories que ha après.

L'alumnat escriu la base d'orientació amb les seves paraules, i tot i que cal dir que moltes vegades són poc precises, els resulten força entenedores. **L'estructuració la fan segons la seva lògica**, no la del professor, que és la persona experta, i a mesura que van aprofundint en el tema, van canviant aquesta estructuració, i també canvien el vocabulari que utilitzen per descriure l'acció i els verbs que la defineixen. Ni la lògica de la disciplina, ni la lògica de la persona experta permeten posar de manifest la manera d'aprendre de cada alumne.

La base d'orientació afavoreix l'autoregulació perquè permet detectar en quin punt falla o té dificultats cada noi o noia. Si la fa l'alumnat els ajudarà a estructurar els aprenentatges segons la seva lògica, a coavaluar-se i autoavaluar-se.

Per ensenyar a construir les bases d'orientació cal:

1. Identificar a quina categoria correspon el problema que volem resoldre.
2. Imaginar el producte que volen obtenir i les accions necessàries per obtenir-lo.
3. Analitzar les condicions de realització del procediment per obtenir-lo.

De tota manera, la primera base d'orientació que es doni a l'alumnat estarà feta i servirà per conèixer l'instrument, familiaritzar-se amb ell i aprendre a usar-lo. La segona base que es faciliti a l'alumnat estarà incompleta i hauran d'omplir els buits, per després utilitzar-la. La tercera ja la poden construir ells mateixos.

De les bases construïdes per l'alumnat, les més interessants es poden fotocopiar per a tota la classe i comentar-ne els errors, les diferències d'estructuració, de vocabulari, de nombre d'accions, etc., i tornar-les a fer, si cal.

Una de les dificultats que presenta la construcció d'una base d'orientació és l'esforç que representa per a l'alumnat construir-la. Una altra dificultat és decidir **quines accions** es posen a la base, destriar entre les grans accions bàsiques i les subaccions que les componen, algunes de les quals, per evidents, no cal explicitar-les. Cal intentar que, malgrat que una base sigui només el desenvolupament d'una subcategoria, l'alumnat escrigui les altres subcategories possibles per tal de tenir una visió de conjunt.

En les bases d'orientació, els moments clau són quan els diferents grups de treball intercanvien les bases fetes, les confronten i treballen conjuntament per millorar-les; com també quan comparem una nova formulació amb la precedent, mesurant els seus progressos. Aquestes fases de reflexió sobre el treball fet tenen caràcter metacognitiu.

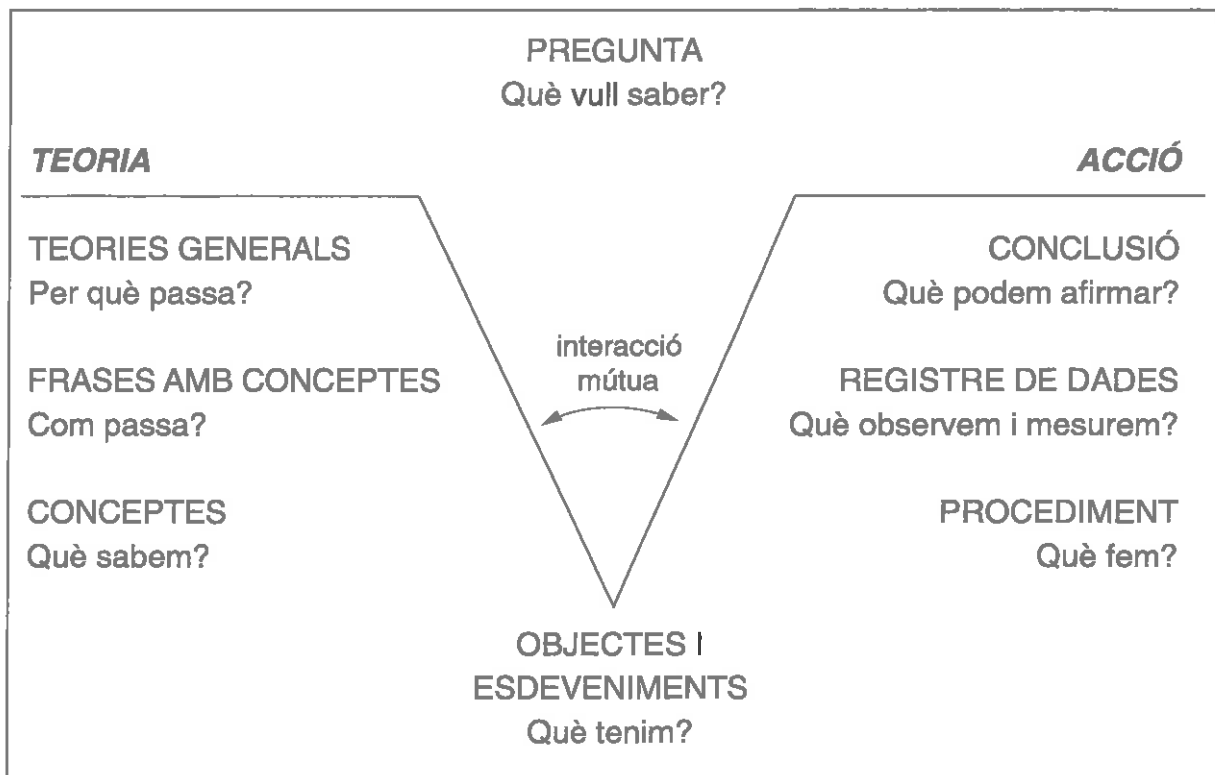
5.1.5 La V heurística

La V heurística va ser ideada per Bob Gowin en 1977, com un recurs per ajudar les persones a entendre l'estructura i els processos de construcció del coneixement. La V ha resultat un instrument molt potent per aclarir la naturalesa i els objectius del treball en el laboratori de ciències, i com a diagrama heurístic per tal d'elaborar explicacions. Per això pot tenir dos usos: com a resum i com a heurístic. Convé tenir-ho present i diferenciar-ho.

La construcció de la V és un mecanisme que ajuda els estudiants a organitzar els seus pensaments i a tenir-ne més consciència, a fer les seves activitats més productives i ser més responsables del que fan (Novak, 1984). L'aplicació més clara d'aquesta tècnica és al laboratori de ciències, encara que pot ser utilitzada en altres àmbits, com poden ser la lectura d'un text, la preparació d'una estratègia d'actuació, etc.

Proposem la utilització d'una adaptació dels apartats proposats per Gowin.

En el vèrtex de la V se situen els esdeveniments i els objectes que tenim inicialment. En el centre del vèrtex es col·loca la pregunta que volem contestar amb l'experiment. A la dreta s'escriuen les diferents accions que es van fent, mentre que a l'esquerra s'escriuen els aspectes conceptuals.



Els esdeveniments són els fets que observem, i l'observació per ella mateixa no és suficient per explicar per què es produeixen. Això vol dir que el significat de l'experiment ha de ser construït sota una determinada concepció del món, i que hi ha d'haver una relació constant entre el que es fa i el perquè es fa. Aquesta interacció entre coneixements i experimentació és el que vol establir la V, i queda representada per la doble fletxa central.

Els apartats de la nostra proposta, que ha d'omplir cada noi o noia, si es treballa individualment, o cada grup de treball si es fa col·lectivament, són:

Pregunta central: és la pregunta que volem contestar amb l'experiment.

- **En relació amb l'acció**

Objectes i esdeveniments: l'objecte o situació que tenim inicialment.

Procediment: explicació detallada de totes les accions que fem. Cal insistir molt que el procediment està directament condicionat per la pregunta central, ja que segons el que vulguem contestar caldrà seguir un procediment o un altre.

Registre de dades: espai en què s'han de reflectir la situació inicial i la situació final. Les aportacions en aquest apartat han de donar suport a la conclusió.

Conclusió: afirmacions que donen resposta a la pregunta formulada.

• En relació amb la Teoria

Conceptes: llista dels conceptes que, personalment, es pensa que estan relacionats amb l'esdeveniment observat.

Principis: relacions significatives, i acceptades pel "món científic de l'alumnat", entre dos o més conceptes que ens ajuden a comprendre l'esdeveniment que estudiem.

Principis generals o teoria: són relacions més àmplies i inclusives que els principis, i n'hi ha poques a cadascuna de les disciplines.

Els principis ens diuen com es presenten i es comporten els objectes o esdeveniments, mentre que les teories ens expliquen per què passa així.

Abans de la introducció de la V a la classe és convenient haver treballat amb els mapes conceptuals, per tal que l'alumnat sàpiga el que volem dir quan parlem de conceptes. Els conceptes són el resultat d'organitzar la realitat d'una determinada manera i que ens permeten categoritzar-la. Una característica fonamental dels conceptes és que estan relacionats amb altres conceptes, de manera que el seu significat prové, en gran manera, d'aquesta relació amb altres conceptes.

És aconsellable també aprofitar un experiment realitzat al laboratori, del qual s'hagi fet l'informe escrit i la posterior discussió a classe. Es pot presentar un mural amb els diferents apartats de la V, i col·lectivament a la pissarra es va explicant cadascun dels apartats, i completant-lo de manera progressiva. Concretament, primer es formula la pregunta central i després es va omplint la V de baix a dalt, i de manera alternativa els apartats de dreta i esquerra. Així, l'alumnat pot anar reconeixent quina pregunta es vol contestar amb l'experiment, quins objectes i esdeveniments cal observar, quins dels conceptes que ja coneix tenen relació amb el fenomen i quines dades cal recollir.

Considerem interessant fer la primera V sobre un experiment ja discutit a classe, ja que així es disposa d'un cert marc conceptual que facilita completar l'apartat teòric de la V.

És molt important que la V sigui elaborada per cada noia o noi i que li serveixi per aprendre a "explicar". La V com a resum també és important, però no s'ha de presentar abans d'haver fet l'elaboració personal i la discussió a classe.

5.2 Activitats per a l'avaluació

L'avaluació inicial

En aquest crèdit es disposa de tres instruments per a l'avaluació predictiva que es poden utilitzar de manera simultània o alternativa: els formularis KPSI, els qüestionaris i les xarxes sistèmiques.

El formulari KPSI es pot utilitzar al començament, a la meitat i al final del crèdit. En aquest crèdit se n'inclouen dos, un que recull els prerequisits d'aprenentatge, i un altre de comunicació dels objectius d'ensenyament i aprenentatge del crèdit. Els dos s'adjunten al final de l'apartat d'avaluació, annex 1. El formulari KPSI es contestarà al començament de tot, abans de realitzar qualsevol activitat de la introducció. I cada noia o noi anotarà la data en què ho fa a la primera columna. Durant el desenvolupament del crèdit, al final de cada bloc o en el moment en què es consideri convenient, es reprendrà el formulari i, anotant la nova data, cada noia o noi indicarà la nova situació. Per exemple, *si no sabia res de la pregunta*, el primer dia, potser ara ja *ho pot explicar a un amic o una amiga*.

Les xarxes sistèmiques estan incloses en les orientacions per a la intervenció pedagògica de les activitats corresponents. En la redacció feta per l'alumnat en relació amb la "Història d'una gota d'aigua al camp i a la ciutat" prevista en l'activitat 1, un cop recollides les respostes que hauran suposat un punt d'inflexió inicial, el professorat les classificarà amb la xarxa sistèmica, inclosa en l'apartat *Orientacions per a la intervenció pedagògica* que li permet tenir una radiografia inicial de la situació de la classe.

Amb aquestes dades es pot fer la posada en comú de les idees de l'alumnat en començar el crèdit. D'aquesta manera es fomenta la comprensió oral d'aquells nois i noies que presenten dificultats d'expressió, comparen les informacions que disposen entre ells, i tot això permet conèixer en detall el significat d'alguns punts de vista o idees pròpies de l'alumnat que a vegades són difícils de conèixer per escrit.

Abans de realitzar l'activitat 2, "L'aigua a casa nostra", es pot utilitzar el qüestionari d'actituds inclòs en l'annex 2.

Qualsevol activitat d'avaluació comporta tres fases: la recollida de la informació, l'anàlisi d'aquesta informació, i el judici sobre el resultat d'aquesta anàlisi, i la presa de decisions d'acord amb el judici emès. Per tant, a partir dels resultats obtinguts a través dels formularis, de les xarxes o de qualsevol altre instrument d'avaluació, es pot fer un quadre diagnòstic de la classe com el següent:

Anàlisi dels resultats de l'avaluació inicial

1. Aspectes que es consideren pre-requisits d'aprenentatge i que caldrà incloure en les activitats d'ensenyament i aprenentatge planificades perquè és una mancança general a la classe.

2. Aspectes que no cal incloure en les activitats planificades, però que alguns alumnes no han assolit encara.

3. Aspectes que es poden considerar assolits per la immensa majoria del grup classe i que només un nombre molt reduït no ha assolit.

L'avaluació formativa

En l'annex 3 s'inclouen uns fulls de seguiment diari per al professorat a fi que pugui tenir pautades les observacions que cal fer o bé els aspectes mesurables durant les classes de laboratori, les visites, els dossiers i els debats amb l'alumnat. Aquests fulls també podrien ser omplerts per cada grup de noies i nois i, per tant, es poden utilitzar com a elements d'autoavaluació i per negociar amb l'alumnat els objectius i els criteris d'avaluació. L'alumnat hauria de tenir clar que un dels objectius és que al final del crèdit cada noia o noi ha d'haver superat tots els aspectes reflectits en els fulls.

Per portar a terme l'avaluació formativa, el professorat disposa de les activitats següents per a cada un dels blocs del crèdit:

• Segon bloc

- En l'activitat 4.1, experiència 2, el mapa conceptual que es proposa fer.

- De les V heurístiques de les activitats 12., "L'aigua modela el paisatge", i 7.3, "Totes les aigües bullen o gelen a la mateixa temperatura?", us n'oferim un exemple de referència que no vol dir que siguin les úniques possibles de les experiències en qüestió. S'adjunten a l'annex 4, al final de l'apartat d'avaluació.

- Un dels objectius de l'avaluació formativa és que l'alumnat arribi a construir-se de manera progressiva bases d'orientació de cadascuna de les accions que realitzi. Però, per començar, hem pensat que n'hi podem donar una de feta, la de l'activitat 4.1.1 perquè l'utilitzi en "L'aigua, constituent bàsic dels éssers vius". Aquesta base d'orientació pot ajudar a contestar la pregunta 4 i a tenir una visió de conjunt de l'activitat. S'adjunta un model de referència en les orientacions per a la intervenció pedagògica.

- En l'activitat 7.3, les respostes a la pregunta 5 poden servir per avaluar els conceptes de substància pura i dissolució. Les bases d'orientació de *Construcció d'un gràfic i Classificació de dissolucions aquoses* poden servir d'instrument d'anticipació i planificació de l'acció. Poden trobar un model de referència de cada en les orientacions per a la intervenció pedagògica.

- En l'activitat 9., "El cicle de l'aigua", proposem utilitzar la pregunta 2, "Ja has après moltes més coses sobre l'aigua, explica per escrit el cicle de l'aigua tal i com l'entens ara", com a activitat d'avaluació.

- En finalitzar les activitats del bloc II, "Què és i que fa l'aigua?", suggerim de passar a l'alumnat preguntes com ara les següents. Com veieu, es tracta de problemes que no tenen una solució única i que demanen que l'alumne faci servir els coneixements que ha construït per explicar, per prendre una decisió, per emetre un judici o per actuar.

a) La família d'un amic teu acaba de comprar una masia al peu del Montseny que s'ha de restaurar per poder passar-hi les vacances. Els agradaria tenir un petit hort i aprofiten per fer-lo en un terreny amb pendent que hi ha a

prop de la casa. Creus que han pres una bona decisió? Com els podries aconsellar?

b) A la costa llewantina es varen talar uns boscos amb la intenció de convertir els terrenys en zones de conreu. S'ha trigat un parell d'anys a trobar propietaris que volguessin conrear aquestes terres, i ara els pagesos troben que la terra és pobre i les collites no tiren endavant. Com podries explicar aquest fet?

Regularment, durant el desenvolupament del crèdit, el professorat haurà d'anar fent **resums i síntesis** amb l'alumnat. Els tres punts obligats com a mínim seran al final de cada bloc d'activitats.

Quan es consideri convenient, al llarg del segon bloc, per tal de reforçar aquestes activitats de resum i síntesi, i per ajudar a l'alumnat a saber què està aprenent, es pot proposar de fer mapes conceptuals parcials del que es proposarà en l'activitat final del crèdit. Així, en cada moment el mapa conceptual recollirà els conceptes que s'hagin treballat fins aquell punt. També es pot donar un mapa conceptual a mig fer, amb forats buits, perquè el completin i hi posin les paraules d'enllaç.

El professorat pot utilitzar de referència el mapa conceptual que s'adjunta en les orientacions per a la intervenció pedagògica, en l'activitat final.

• Tercer bloc

L'activitat 13. permetrà avaluar el grau d'ús del model de partícules.

L'activitat 14. permetrà analitzar si la idea *L'aigua és un bé preciós, escàs i car* ha estat interioritzada per l'alumnat. Els conceptes que s'han focalitzat són: no malgastar, contaminar menys i ser solidari. El nostre alumnat pensa majoritàriament que són les indústries les principals causants de la contaminació i l'excés de consum d'aigua i, per tant, no se senten gaire implicats en aquests problemes. Per això hem volgut portar la reflexió sobre aquesta problemàtica a partir de la contaminació domèstica, situació molt més pròxima als nois i les noies d'aquesta edat.

L'avaluació sumativa

Té per objectiu establir balanços fiables dels resultats obtinguts al final d'un procés d'ensenyament-aprenentatge. Posa l'accent en la recollida d'informació i en l'elaboració d'instruments de mesura fiables adaptats als objectes que cal avaluar. Els instruments que s'utilitzen poden ser molt variats. En aquest cas es pot utilitzar:

- El mapa conceptual inclòs al final del crèdit, amb la puntuació prevista en el quadre d'anàlisi. La redacció final pot ser utilitzada com a prova.
- Algunes de les qüestions indicades en els diferents formularis KPSI utilitzats durant el crèdit.
- L'experiència: com depurar l'aigua, inclosa en l'activitat final.

6. Temporització

Una temporització indicativa de la distribució de les activitats del crèdit és:

- * Primer bloc: *On és l'aigua?* 5 hores
- * Segon bloc: *Què és i què fa l'aigua?* 25 hores
- * Tercer bloc: *Reprenem els models* 5 hores

Els itineraris alternatius que es poden seguir en la realització d'aquest crèdit depenen fonamentalment de la situació de partida de l'alumnat, recollida a través de l'avaluació inicial. El primer i el tercer blocs els ha de fer tothom, ja que són la presentació i la síntesi dels aspectes treballats en el crèdit.

Dins el segon bloc es poden seguir diferents itineraris. Per exemple, si l'alumnat coneix bé la funció de l'aigua com a dissolvent, en el punt 3., "L'aigua interacciona amb altres materials", es pot passar directament a fer l'activitat 3.3, "L'aigua modela el paisatge".

En el punt 5., "L'aigua és un líquid: la flotació i els vasos comunicants", si l'alumnat té dificultats a seguir la introducció del concepte de flotabilitat en relació amb la densitat (activitat 5.2), no val la pena intentar fer l'activitat 5.3. O bé es pot deixar, com a activitat complementària d'ampliació, per a l'alumnat que hagi assolit els conceptes anteriors. En les activitats 8.1 i 8.3, corresponents als estats d'agregació, es dedicarà més o menys temps segons quins siguin els aprenentatges realitzats en cursos anteriors entorn d'aquest tema. Es pot utilitzar el quadre de l'activitat 8.1 com a activitat de síntesi per veure quin és l'estat de la qüestió. L'experiment de l'activitat 8.4, té en qualsevol cas caràcter complementari d'ampliació.

Les activitats del tercer bloc, "Reprenem els models", hauran de ser realitzades pel conjunt de la classe perquè corresponen a la fase d'aplicació de tots els continguts treballats en el crèdit.

7. Orientacions per a la intervenció pedagògica

En començar aquest tema, comptem que l'alumnat té un coneixement intuïtiu del cicle de l'aigua i que té algunes idees sobre l'aigua, com les següents:

- Una gran part de la superfície de la Terra està coberta d'aigua. L'aigua modifica el paisatge, arrossega materials i permet el transport amb vaixells i submarins.
- L'aigua és un material que és líquid en les condicions habituals (ambientals). Té massa, ocupa un volum i podem saber-ne la densitat i altres propietats. Està formada per partícules, com tots els materials.
- És necessària per a la vida i, per tant, per a les funcions vitals, i per això té relació amb la cèl·lula.
- És un medi de vida, perquè molts éssers vius hi viuen.
- Per tot això, l'aigua constitueix un "bé preciós i escàs", que cal cuidar i repartir-nos entre tots.

Aquestes idees s'organitzen al voltant dels models "materials-partícules", "ésser viu-funció", "ésser viu-medi". Al llarg del crèdit treballarem aquestes idees i introduïrem nous coneixements, referents a:

- La flotació.
- La diferenciació entre aigua pura i dissolució aquosa, i l'estudi del canvi d'estat d'agregació, amb una nova proposta respecte de les característiques de les partícules de l'aigua.
- L'aigua en els organismes i els organismes en l'aigua.
- L'aigua i el medi.
- Com tenir cura de l'aigua.

El **fet central** (el fet exemplar o paradigmàtic que vertebrava tot el coneixement factual adquirit) en aquest crèdit és el cicle de l'aigua. Això vol dir que tots els coneixements assolits s'utilitzaran per explicar-lo i que no es consideraran ben apresos si no es poden aplicar amb èxit en l'elaboració d'explicacions referents a les diferents etapes d'aquest cicle.

Tots els coneixements (factuals, procedimentals, conceptuals, teòrics) s'organitzen a l'entorn de tres preguntes pràctiques referents a l'aigua: què és?, què fa?, què en fem? Aquestes preguntes ens permeten connectar amb el raonament comú, que generalment elabora coneixement nou a través d'aquestes tres qüestions.

En el quadre que presentem a continuació s'exposen, seqüenciats, els continguts conceptuals del crèdit (alguns d'ells, relacionats amb els models teòrics). S'organitzen en tres nivells.

Comencem amb la presentació del tema (llicions “epítom”), que correspon als apartats 1. i 2. Hi dediquem dues sessions de treball, per a les quals seleccionem aquelles idees sobre l'aigua que ens semblin més bàsiques i simples i que constitueixin, en conjunt, una primera “visió general” del contingut del crèdit. Presentem aquestes idees amb exemples que les facin fàcils de comprendre. A continuació, començarem a treballar les idees introduïdes, desenvolupant-les, establint noves relacions, presentant noves informacions factuais, experimentals o teòriques. Això ho fem segons tres nivells d'elaboració consecutius. A mesura que passem del primer al tercer, les respostes a les tres preguntes (què és?, què fa? i què en fem?) són més elaborades, perquè compten amb els coneixements dels nivells anteriors. La referència a les idees generals presentades a l'epítom ha de ser constant, per tal que no es perdin la vertebració i els sentits dels nous coneixements que es van construir. Per això mateix cal finalitzar cada un dels nivells amb un resum dels continguts similars i una síntesi dels diferents aspectes tractats.

Tot el que s'ha dit en el paràgraf anterior es pot recordar fàcilment amb la metàfora del zoom: és com si contempléssim una pintura des de lluny i des de més a prop amb un zoom, per tornar a veure-la en conjunt, però ara amb més consciència dels detalls. Les llicions d'epítom ofereixen una visió panoràmica dels temes, i els diferents nivells d'elaboració ens els fan contemplar amb més detall; però cal tornar a la visió de conjunt, per no perdre de vista la relació entre els nous aspectes descoberts i el conjunt.

En el primer nivell d'elaboració, que correspon als apartats 3., 4., 5. i 6., s'estableixen relacions entre els fets que ja es coneixen sobre “l'aigua”, encara sense diferenciar: com que l'aigua és un dissolvent líquid, flueix (transporta coses) i dissol i, per això, transforma la superfície de la Terra. L'aigua és utilitzada pels éssers vius i també, en ells, transporta i dissol. Amb tot això, l'aigua s'embruta i pot arribar a ser perjudicial per a la salut humana i la de la resta d'organismes. S'introdueix la flotació, i es busquen les regles que la condicionen. L'aigua també s'evapora i això pot comportar problemes per als éssers vius.

A partir de tots els coneixements treballats, es torna a l'epítom i es fa una primera explicació del cicle de l'aigua.

En el segon nivell d'elaboració, que correspon als apartats 7., 8., 9. i 10., s'aprofundeix en les diferències en les “aigües” i en les conseqüències que té, per als éssers vius, viure en l'aigua i ser dependent de l'aigua. La diferència més important i més difícil conceptualment entre les aigües, és la diferència entre l'aigua substància pura i la dissolució. Aquesta diferència suposa la comprensió del canvi d'estat d'agregació i, en conseqüència, l'ampliació del fet “ebullició-congelació” de l'aigua (conegut, encara que superficialment) amb la constatació del manteniment de la temperatura mentre dura el procés. Els nous coneixements s'apliquen als processos de meteorització deguts a canvis d'estat d'agregació. Pel que fa als éssers vius, s'estudien les adaptacions a l'aigua i a la pèrdua de l'aigua, utilitzant les idees sobre flotació i sobre evaporació. Tots aquests coneixements s'utilitzen per comprendre què és la depuració de l'aigua. Es torna de nou a l'epítom i es fa una nova interpretació del cicle de l'aigua, incorporant-hi els nous coneixements adquirits.

En el tercer nivell d'elaboració, que correspon al bloc III, els apartats 11., 12. i 13., es treballa de manera més explícita amb els models: de partícules, amb la introducció del concepte, encara intuïtiu, d'enllaç (relacionat amb energia) i de la partícula anomenada *molècula*; de funcions que ara han de comptar amb l'aigua; de relacions entre els éssers vius i el medi. També es prenen decisions sobre el que cal fer per tenir cura de l'aigua. Es torna de nou a l'epítom, donant una darrera interpretació del cicle de l'aigua.

En finalitzar el crèdit s'han d'haver enriquit els conceptes de **material** (amb la diversificació entre substàncies i dissolucions), de **líquid** (amb la inclusió del concepte de flotació) i de **partícula** (amb la diferenciació de la partícula "molècula"). Més endavant, en els tres casos, l'exemple és l'aigua, però aquest ha de servir de model analògic sempre que sigui possible.

També en finalitzar el crèdit han d'haver desenvolupat (ampliat) els models que van guiant les nostres explicacions sobre el món.

* Model "material format per partícules", en relació amb les propietats i els estats d'agregació. Aquest model s'ha ampliat en els aspectes següents:

- Diversificació entre la substància pura i la dissolució.
- Estudi dels canvis d'estat d'agregació.
- Diferenciació de la partícula "molècula" d'altres possibles partícules.

* Model "ésser viu"

- L'aigua és imprescindible per a les funcions dels éssers vius.

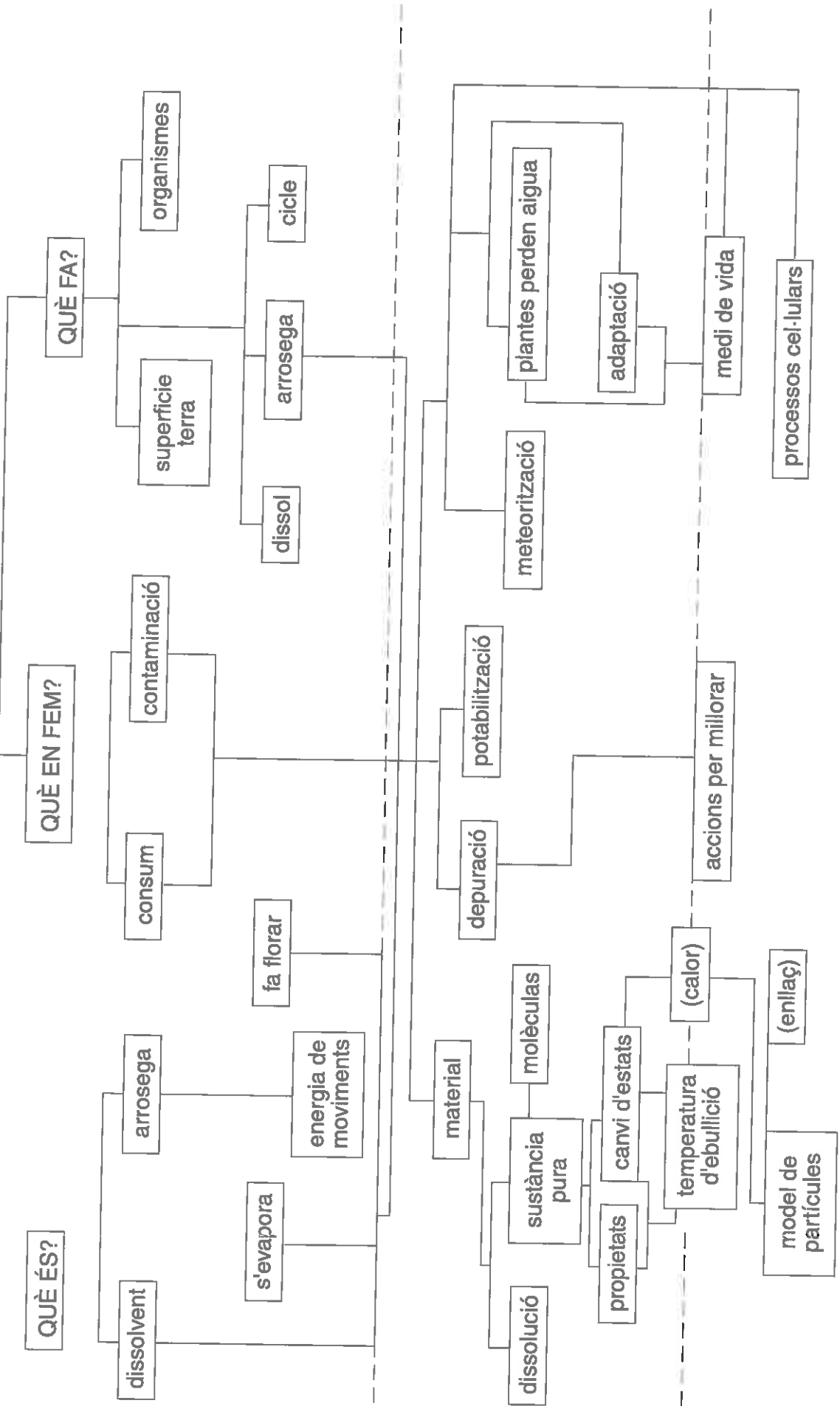
* Model "relacions amb el medi"

- Hi ha éssers vius que viuen en l'aigua i que s'hi adapten.
- L'aigua potable és un bé escàs que cal preservar.

El concepte de "fluid" i les accions mecàniques de l'aigua no es tracten en aquest crèdit. En el crèdit següent, *L'Aire*, es treballaran aquests aspectes i s'hauran d'ampliar, en acabar, per elaborar el concepte de fluid, que inclou tant els líquids com els gasos.

L'esquema següent recull els diferents nivells d'elaboració que s'han utilitzat en la seqüenciació de les activitats que

L'AIGUA



7.1 El cicle d'aprenentatge

Entre tots els models de canvi o evolució conceptual es planteja la necessitat d'introduir el cicle d'aprenentatge com una eina que el professorat disposa per organitzar les activitats d'ensenyament-aprenentatge.

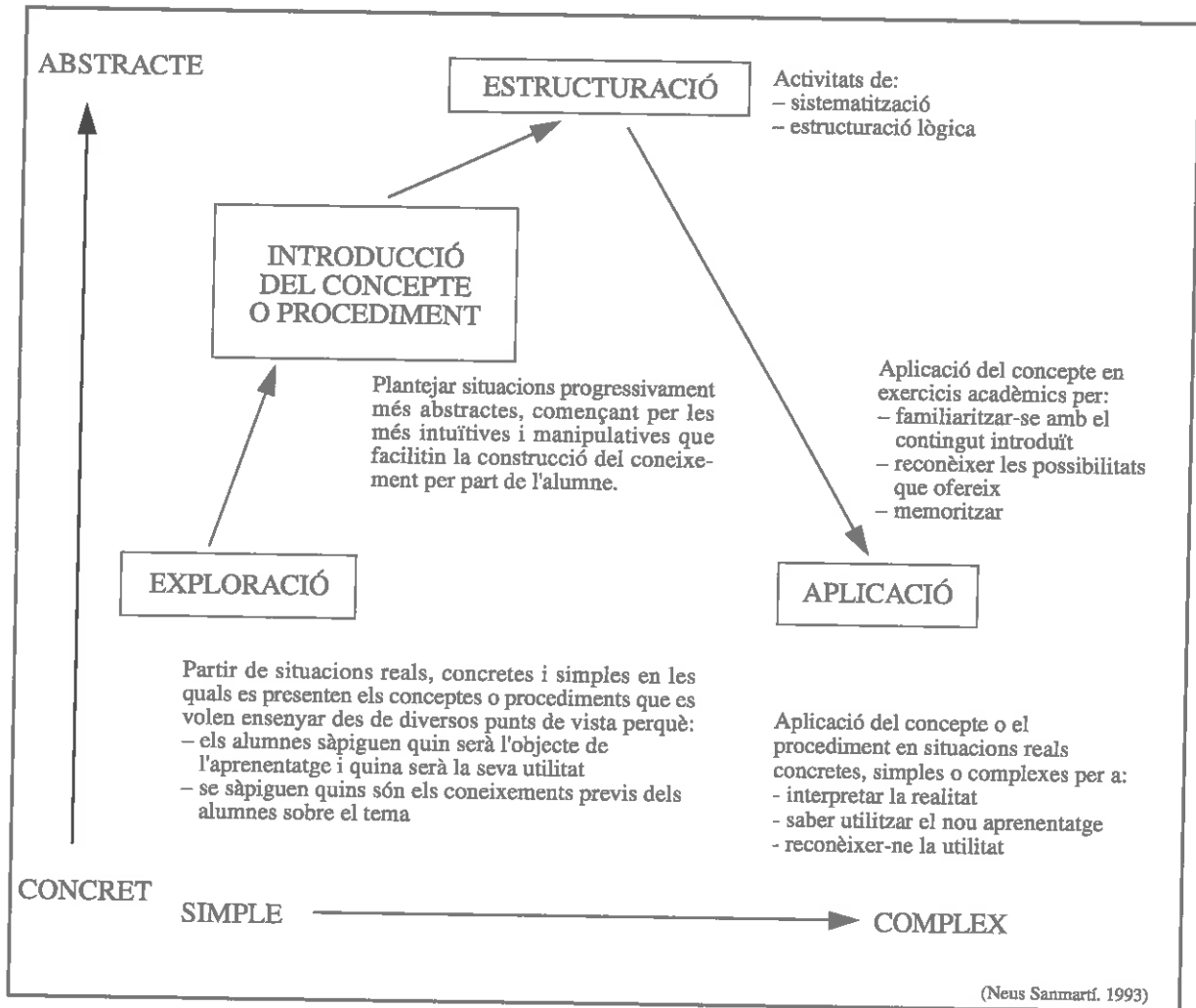
El cicle d'aprenentatge és una seqüència d'aprenentatge que consta de tres fases: d'exploració; d'introducció de nous continguts, conceptes, procediments o actituds, i d'aplicació del nou contingut en altres situacions. Utilitzar el cicle d'aprenentatge proporciona l'oportunitat que l'alumnat connecti amb el tema, manifesti les seves concepcions, com també l'oportunitat que les discuteixi i les contrasti, provocant el necessari conflicte conceptual perquè es busquin conceptes i models de raonament més adequats, que finalment l'ajuden a interpretar millor els fenòmens.

La fase d'exploració és aquella en què l'alumnat estudia un nou fenomen amb una mínima guia. El nou fenomen hauria de suscitar preguntes o problemes que l'alumnat no pogués resoldre amb els seus esquemes o models de raonament actuals. L'exploració ha de permetre descobrir algun model de regularitat en el fenomen explorat. En altres paraules, durant aquesta fase l'alumnat ha de poder identificar l'objectiu d'aprenentatge i les seves idees entorn del tema, i si es pot començar a entrar en conflicte amb elles.

En la segona fase s'introdueixen els continguts. Aquests poden ser introduïts pel professorat, o bé per mitjà d'un llibre, una pel·lícula o un altre mitjà. Aquesta fase segueix sempre l'anterior. Es tracta d'animar l'alumnat a identificar nous models, però també hem de tenir en compte que no poden descobrir per ells mateixos tots els models complexos sobre els quals es fonamenta la ciència moderna.

En la darrera fase del cicle d'aprenentatge, l'alumnat aplica el nou contingut o el model de raonament a exemples addicionals. L'aplicació del contingut és una fase necessària perquè alguns nois i noies reconeixin el model, el situïn en el context adequat o el generalitzin en altres contextos. Sense un determinat nombre i varietat d'aplicacions, el model pot no ser reconegut o simplement ser restringit al context usat per la seva definició i, per tant, no haver estat comprès i après adequadament.

Les diferents fases es podrien esquematitzar de la manera següent:

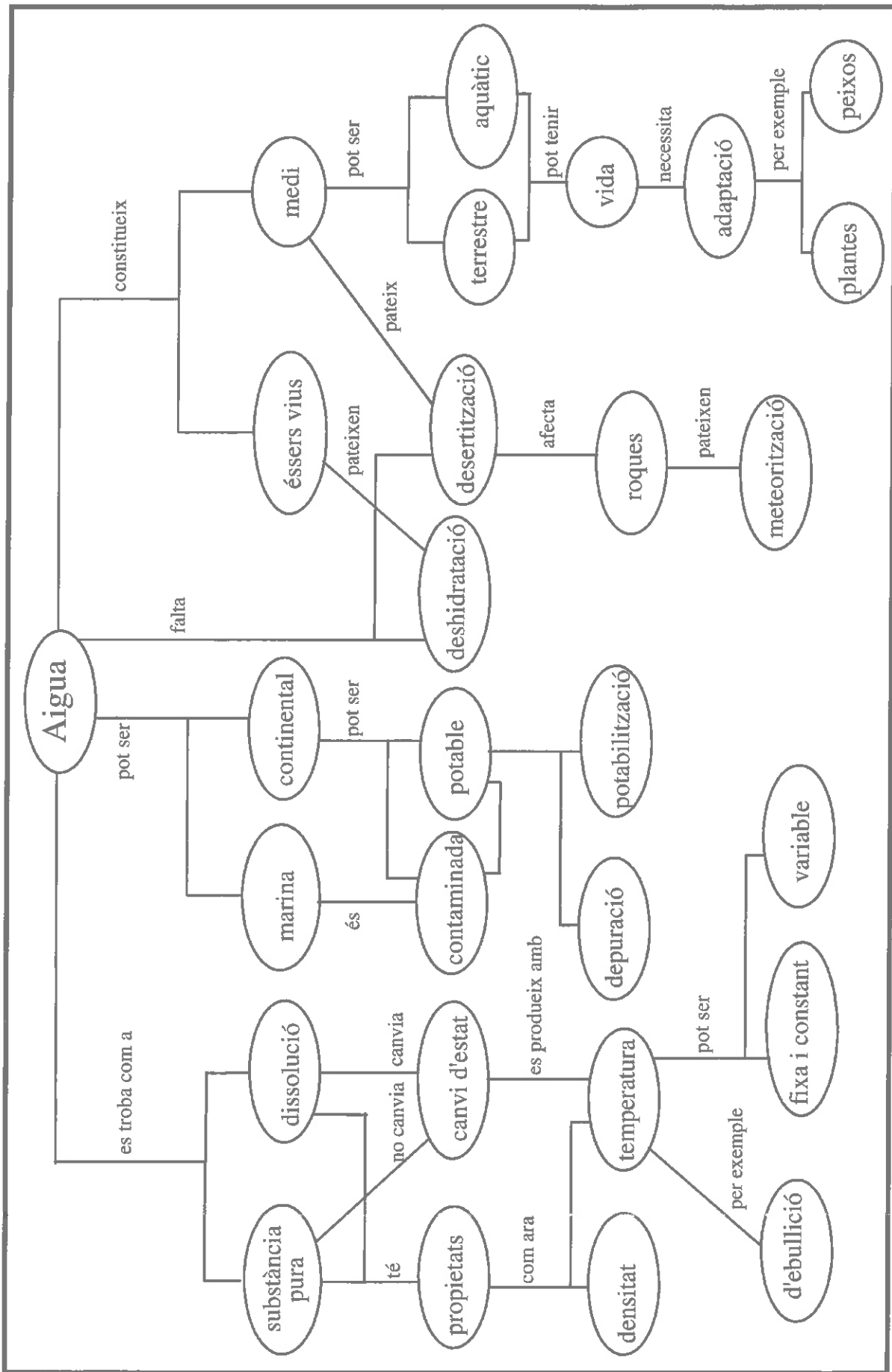


Els cicles d'aprenentatge al llarg del crèdit estan organitzats a l'entorn de cada nou contingut que requereix la familiarització a través de la fase d'exploració, la introducció i l'estructuració d'aquest contingut, i la seva aplicació en situacions reals. Però cal considerar que cada cicle d'aprenentatge que presentem en aquest crèdit és una orientació per al professorat sobre una possible seqüència d'aprenentatge, evidentment n'hi pot haver d'altres. I si en una classe en concret es considera que un concepte ja és molt conegut, es pot passar directament a la fase d'aplicació.

Per identificar les activitats dissenyades per a cada fase del cicle d'aprenentatge, en el material per a l'alumnat utilitzarem els títols següents:

<i>Què en sabem?</i>	Fase d'exploració
<i>Aprenem-ne més</i>	Fase d'introducció
<i>Apliquem allò que hem après</i>	Fase d'aplicació

Els conceptes inclosos en aquest crèdit els trobareu en el mapa conceptual que hi ha a continuació.

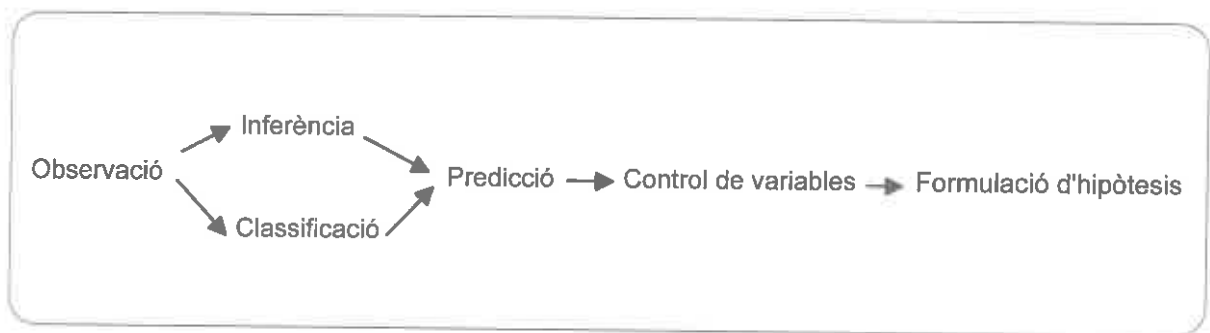


7.3 La importància dels procediments

Els dissenys curriculars de les diferents àrees inclouen els procediments com a continguts escolars i s'espera, per tant, que es planifiquin les corresponents activitats per a l'aprenentatge.

S'entén com a procediment un conjunt d'accions ordenades i orientades a la consecució d'un objectiu, a la realització d'una tasca. Per tant, els trets que caracteritzen un procediment fan referència, en primer lloc, a una **actuació**, però no a una actuació qualsevol, sinó a actuació **ordenada** i que, a més a més, té una **finalitat determinada**. Es pretén que l'alumnat aprengui a dur a terme les diferents accions que es necessiten per portar a terme una tasca determinada. Treballar els procediments significa, per tant, desvetllar la capacitat de "saber fer", de "saber actuar" de manera eficaç.

Els procediments que anirem treballant al llarg del projecte són els d'observació, classificació, inferència, predicció, control de variables i emissió d'hipòtesis. Una certa jerarquia en la complexitat d'aquests procediments podria representar-se en l'esquema següent:



Cal tenir present també que aquesta seqüència pot esdevenir cíclica, ja que l'enunciat d'hipòtesis pot generar noves observacions, inferències o prediccions.

L'observació

El procediment de l'observació és bàsic per dur a terme qualsevol activitat científica. És fonamental en l'aprenentatge de les ciències experimentals desenvolupar una àmplia capacitat d'observació, mesurar i quantificar alguna de les observacions fetes, observar canvis i seleccionar observacions.

És important que l'alumnat, en els estadis inicials de la seva formació científica, faci tantes observacions com sigui possible. Posteriorment, podrà ser més selectiu en les observacions que porti a terme. En el treball amb l'alumnat, la dificultat no rau a limitar el nombre d'observacions, sinó a engrescar-los a utilitzar tots els sentits i en particular l'oïda, el tacte i l'olfacte, ja que la vista és el que fan servir més habitualment.

Fomentar l'observació contribueix també a fer que l'alumnat adquireixi un vocabulari científic cada vegada més precís per expressar el resultat de les observacions que fa. No és possible pensar que es pugi formular una hipòtesi sense una observació o una experiència prèvia.

Les observacions que fem són sempre funció de les nostres experiències o del coneixement que tenim de les coses que ens envolten. Després de formulada la hipòtesi, les observacions posteriors poden confirmar-la o no.

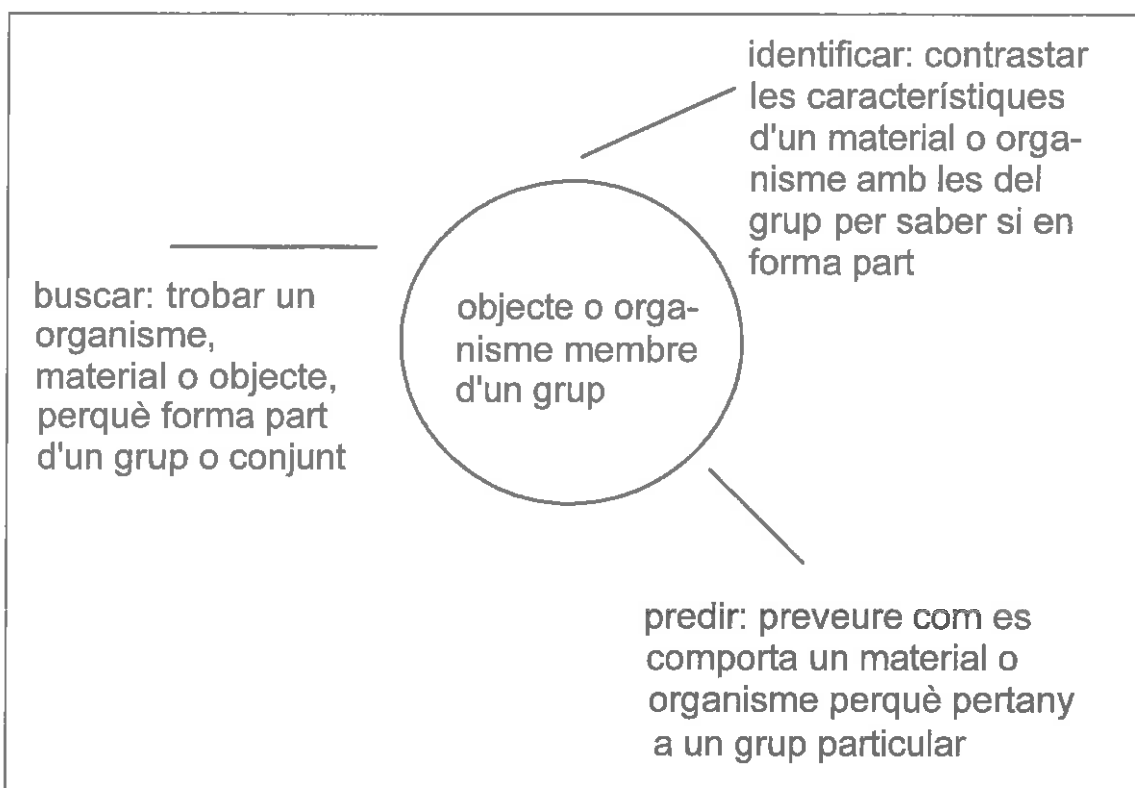
Hi ha dos procediments que estan directament relacionats amb el de l'observació: la classificació i la inferència.

Hi ha "maneres d'observar" relacionades amb la capacitat d'observar canvis, o bé de fer inferències.

La classificació

La classificació és un procediment utilitzat habitualment en la vida diària. Consisteix en la distribució d'objectes o éssers vius en grups diferents amb alguna finalitat determinada. Per exemple, els llibres estan classificats en una biblioteca per tal que siguin accessibles a l'hora de buscar-los. No hi ha criteris universals ni generals de classificació dels objectes o organismes, tot depèn de l'objectiu de la classificació.

El procediment de la classificació en ciències experimentals és molt útil per tres raons principals: permet buscar un objecte o ésser viu, predir algunes de les seves propietats o característiques i, finalment, identificar l'objecte o l'organisme.



Predir: si sabem que un organisme o objecte forma part d'un grup, podem predir el seu comportament o algunes de les seves propietats.

Identificar: crear els criteris d'identificació necessaris i això es fa inicialment mitjançant l'observació. Els objectes o els organismes s'identifiquen segons el grup al qual pertanyen. A mesura que l'experiència augmenta, hi ha més grups en els quals es poden classificar els objectes o els organismes i les característiques que defineixen aquests grups esdevenen més sofisticades.

En biologia, les classificacions es basen en les relacions de parentiu que donen suport a la teoria de l'evolució, de manera que els organismes s'agrupen segons les seves semblances.

Les primeres classificacions dels materials van ser fetes d'acord amb el seu estat d'agregació (sòlids, líquids i gasos). També vam treballar altres classificacions dels sòlids segons la seva utilitat (metalls, plàstics, tèxtils...). En aquest crèdit treballarem els grups de materials que classifiquem, com ara les dissolucions i les substàncies pures.

Inferències

Una inferència és una afirmació que intenta explicar una observació basant-se en l'experiència prèvia. Les observacions i les inferències es basen en models que té l'alumnat. Per fer inferències cal combinar el coneixement individual previ amb les observacions fetes. Com que les experiències prèvies són diferents per a cada noi o noia, l'alumnat és capaç de generar un ampli ventall d'inferències a partir d'observacions similars.

Al llarg dels crèdits del Projecte Ciències 12-16, el procediment de fer inferències s'utilitzarà en diferents moments, per tant, requereix que es dediqui un temps al seu ensenyament. En un primer moment, es pot utilitzar el còmic que hi ha en el material per a l'alumnat, per tal de distingir entre una observació i una inferència.

L'estatus de la inferència és superior al d'una afirmació feta a l'atzar, però és inferior al d'una hipòtesi. Una inferència pot pujar d'estatus quan les prediccions fetes són verificades i li donen suport.

Més endavant es pot destacar quan cal utilitzar aquest procediment mitjançant la pregunta: quines inferències pots fer a partir de les teves observacions? Quan es demana a l'alumnat fer inferències a partir de les observacions, s'està intentant no limitar-los en les seves interpretacions, ja que a partir d'unes mateixes observacions, són possibles inferències molt diferents, les unes més plausibles que les altres.

L'alumnat va construir al llarg de la seva vida un model de comportament que es limita a la idea de la resposta correcta o acceptable, però fent inferències volem intentar que siguin capaços de tenir unes ments més obertes o creatives a l'hora d'utilitzar les observacions, i que no tinguin prejudici sobre quina és la resposta esperada. Cal remarcar la importància de l'aspecte creatiu de fer inferències i després fer prediccions que caldrà verificar. Si la verificació és positiva, la inferència és vàlida, i si no és positiva, la inferència és rebutjada, però no és un fracàs en el procés de fer inferències.

L'alumnat té l'oportunitat de practicar aquest procediment en les activitats del bloc 4.2, "L'absorció i distribució de l'aigua en les plantes", en les dels apartats 7., "L'aigua no és aigua", 8., "Els canvis d'estat d'agregació" i 11., "L'aigua, medi de vida".

Prediccions

La predicció és un procediment que segueix la inferència i la classificació. Les prediccions poden ser qualitatives o quantitatives, i sorgeixen de models que s'infereixen a partir d'observacions o de dades numèriques. L'habilitat per inferir models i utilitzar-los predictivament és a la base de la metodologia científica, i té una utilitat molt gran en la resolució de problemes.

Les prediccions, doncs, es basen en la previsió del comportament d'un sistema o organisme segons un model prèviament establert.

Aquest procediment es treballa en les activitats 3.2, "L'aigua com a dissolvent", i 12., "L'aigua modela el paisatge", quan es fa predir, amb la maqueta de simulació d'un riu, com es comportarà el sòl enfront de l'aigua que rep de la pluja en diferents situacions.

Control de variables

El principal objectiu quan es treballa el control de variables a l'aula és fer conscient l'alumnat que qualsevol investigació científica cal que sigui portada a terme segons un camí concret i definit.

Per tant, en el treball experimental, l'alumnat ha de ser estimulat gradualment a:

1. buscar tots els factors que poden influir en un experiment, i
2. trobar els camins adequats per controlar aquests factors i assegurar que es poden fer inferències vàlides durant el desenvolupament de l'experiment.

7.4 Orientacions per a cada activitat

El conjunt de les activitats del crèdit que introdueixen conceptes de biologia, geologia i química està vertebrat entorn a una idea que esdevé central, a un fet paradigmàtic que és “el cicle de l'aigua”.

I. On és l'aigua?

Les activitats incloses en aquest primer bloc tenen l'objectiu de presentar el que estudiarem.

Tal com s'explica en l'apartat d'avaluació, abans de fer qualsevol activitat es pot passar el formulari KPSI.

1. Història d'una gota d'aigua al camp i a la ciutat

Aquesta és una activitat d'exploració que al mateix temps serveix d'avaluació predictiva si s'usa la xarxa sistèmica que hi ha a continuació.

Val la pena comentar amb l'alumnat el terme “aigua continental”, d'ús habitual en el llenguatge corrent que no vol dir que l'aigua sigui dolça, sinó que vol remarcar la diferència amb l'aigua dels mars, que és força salada. Actualment es parla d'aigües continentals i aigües marines. I saber que en el nostre planeta el 97% d'aigua és marina i un 3% d'aigua és continental.

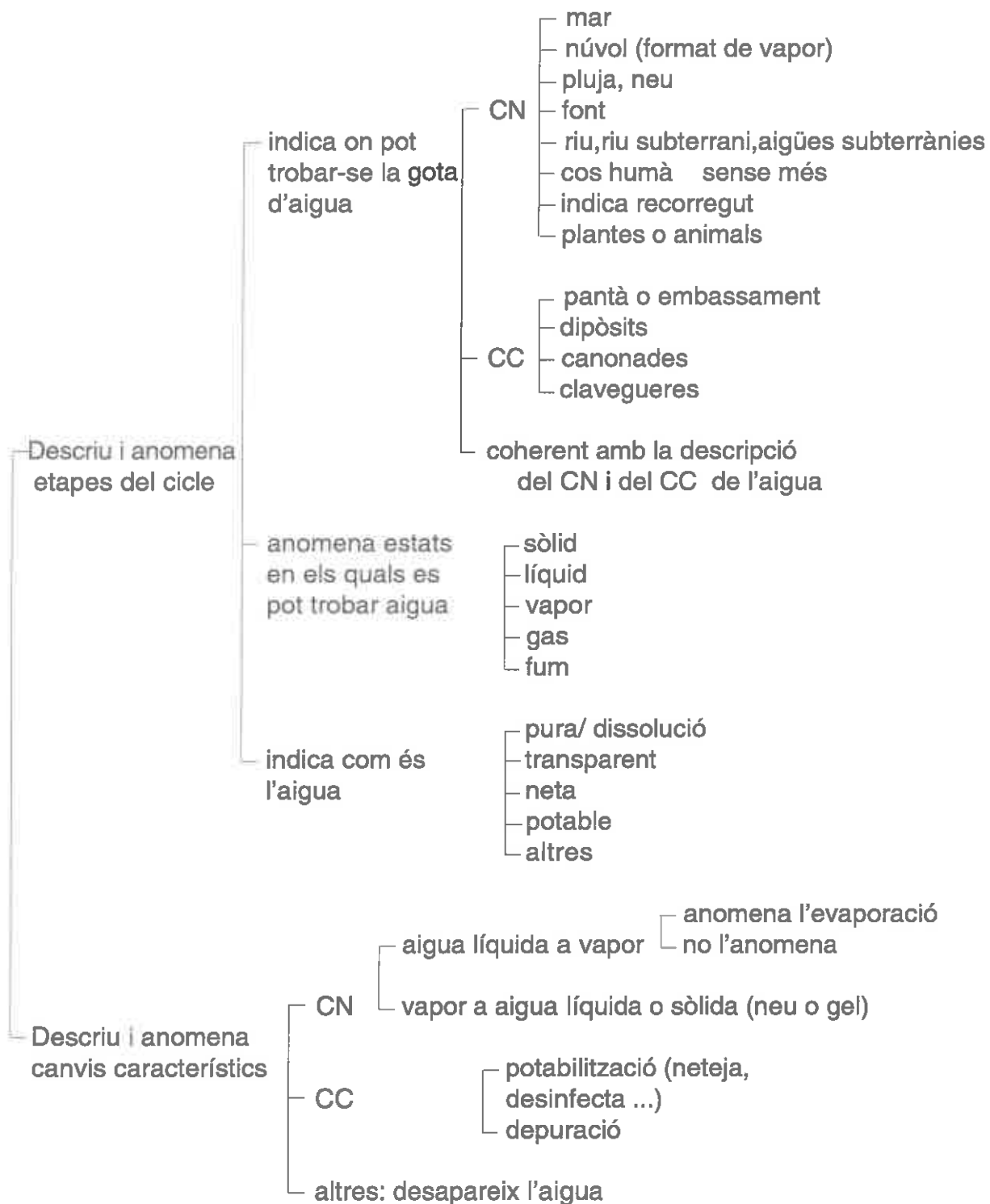
Un dels objectius que ens proposem al llarg del crèdit és que l'alumnat incorpori el paper dels organismes vius i en particular dels vegetals en el cicle de l'aigua, com a agents que contribueixen a la formació d'aigua atmosfèrica. En la majoria dels esquemes del cicle de l'aigua, com ja dèiem abans, l'aigua només s'evapora dels oceans. També cal insistir que no solament plou a les muntanyes, sinó també damunt dels oceans.

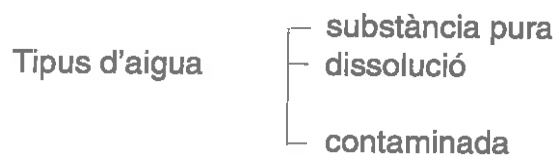
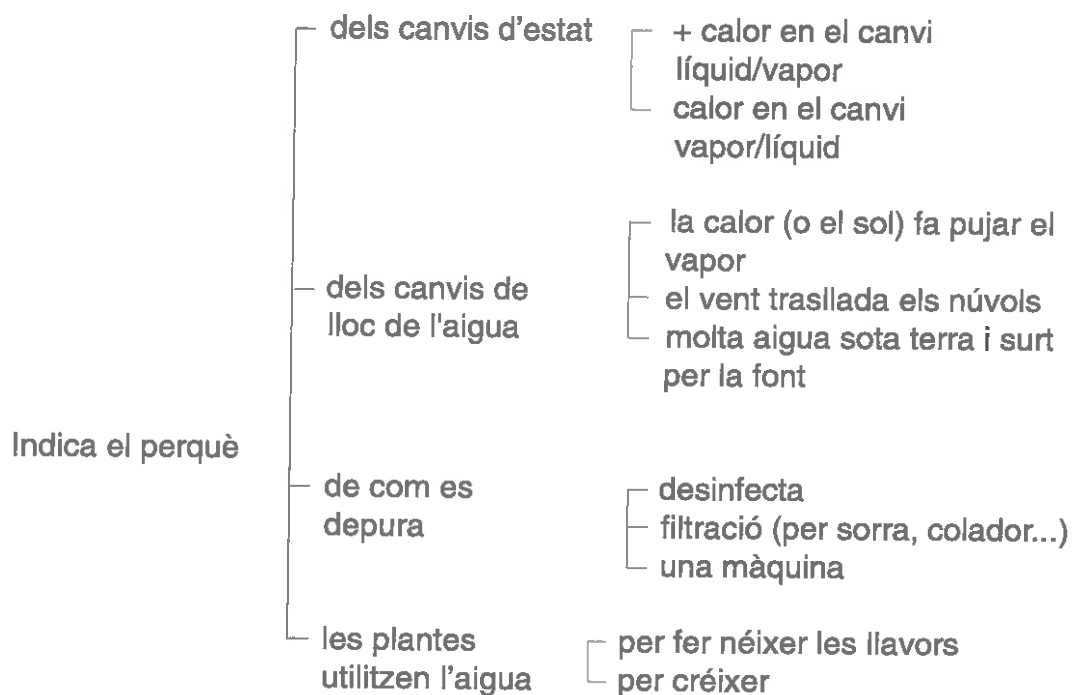
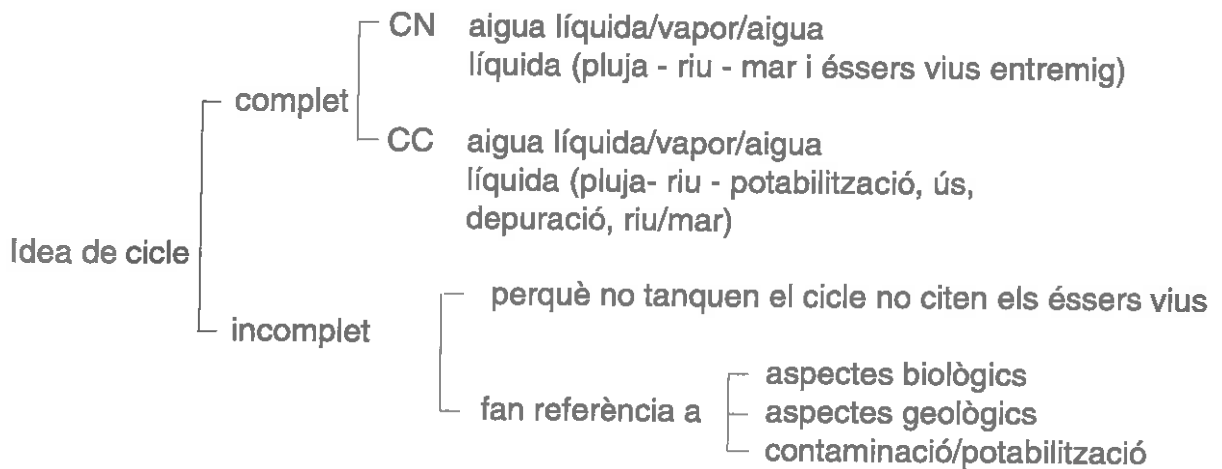
A continuació incloem la xarxa sistèmica elaborada per Neus Sanmartí i Rosa M. Pujol (1992) a partir de les respostes i els comentaris sobre les idees que es poden deduir de les diferents respostes de l'alumnat. Pensem que pot ser un bon punt de partida per conèixer un primer ventall de les seves idees.

Imagina't que plou. Explica el recorregut complet d'una gota d'aigua al camp. Precisa per on passa i com va canviant. Explica el perquè.

CN: cicle natural

CC: cicle a la ciutat





• Comentaris sobre les explicacions de l'alumnat

a) **Idea d'estat d'agregació de la matèria:** en general, l'alumnat esmenta els tres estats d'agregació de la matèria i els identifica. Pot tenir problemes de vocabulari (fum per vapor).

b) **Idea de cicle:** identifiquen els canvis físics (canvis d'estat, canvis de lloc, mescles de substàncies, etc.). Encara que no el completen, tenen la idea de cicle i també de conservació de l'aigua.

c) **Idea de canvi d'estat:** justifiquen el canvi d'aigua líquida a vapor per l'acció del sol, però no els canvis regressius (de vapor a líquid, etc.). En aquests últims, és necessari perdre energia, que es transfereix al medi. És convenient no utilitzar expressions com ara "agafar" o "perdre" calor, "agafar fred", que donen idea de calor com a substància.

d) **Distinció entre aigua pura i aigua amb altres substàncies mesclades:** l'alumnat utilitza el terme *aigua pura* per referir-se a l'aigua natural, no contaminada; un significat diferent del químic, ja que aquesta aigua natural té substàncies dissoltes o en suspensió, fins i tot l'aigua de pluja.

Respecte de la depuració de l'aigua, fa referència a la depuració mitjançant màquines, estris que ho resolen tot. És necessari evitar la idea de màgia.

e) **Causes de fenòmens atmosfèrics:** la majoria de l'alumnat diu que l'aigua s'evapora i forma els núvols. És difícil acceptar que els núvols estiguin formats per gotes d'aigua o cristalls de gel molt petits. Perquè l'aigua es vegi és necessari que es condensi i es torni líquida.

També, els nens i nenes associen la pluja a fenòmens com ara el xoc entre núvols, o els trons. Fan referència al xoc del núvol amb les muntanyes; de fet, l'ascensió d'aquest per elles pot condensar el vapor en excés i augmentar el volum de les gotes d'aigua o els cristalls fins a arribar a ploure.

f) **L'aigua i la vida:** alguns nens i nenes reconeixen que els éssers vius necessiten aigua. En el cas de l'ésser humà, descriuen de manera molt simplificada el recorregut, però com si no hi haguessin canvis en el camí ("entra per la boca i surt pel pipí").

D'altres, associen l'aigua al creixement de les plantes però, com que és molt natural, li donen el paper de "vareta màgica" que fa que neixin les llavors o que, tal com diu, "es transformi (aigua) en una flor". No sembla que tinguin cap idea del paper de l'aigua en la vida.

g) Altres reflexions: en les respostes de l'alumnat de la mostra estudiada hi ha tres aspectes que és important posar de manifest:

- L'alumnat més gran dóna poques explicacions. Caldrà que el professorat ajudi a fer que els alumnes plantegin preguntes i intentin imaginar-se perquè.
- Els nens i nenes expliquen el cicle amb un llenguatge molt literari i no científic.
- És interessant analitzar la coherència dels nens i nenes en descriure els dos cicles: el natural (CN) i el de la ciutat (CC).

Afegim la següent informació complementària sobre el cicle de l'aigua.

INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

• El cicle de l'aigua

La primera part del cicle és la transformació de l'aigua en vapor, ja sigui per evaporació de l'aigua de llacs, oceans, rius i mars, ja sigui per transpiració dels éssers vius, animals i vegetals. El terme *evapotranspiració* agrupa aquests dos fenòmens.

S'estima que cada any s'evaporen en l'atmosfera al voltant de 577.000 km³ d'aigua sota l'efecte de l'energia solar. D'aquesta quantitat, un 80% prové dels oceans i un 12% dels continents.

Aquest vapor d'aigua s'eleva en l'atmosfera i, en refredar-se, es condensa i forma núvols que, segons la temperatura ambient, es converteixen en gotes de pluja o en neu que cau. El volum total de precipitacions anuals a la Terra és igual al volum total de l'evaporació. Un 80% torna als oceans i un 20% als continents.

Globalment, el mar contribueix amb un 40% en les precipitacions que cauen sobre els continents, la resta prové de l'evaporació de la superfície terrestre i en particular de l'evapotranspiració de les plantes.

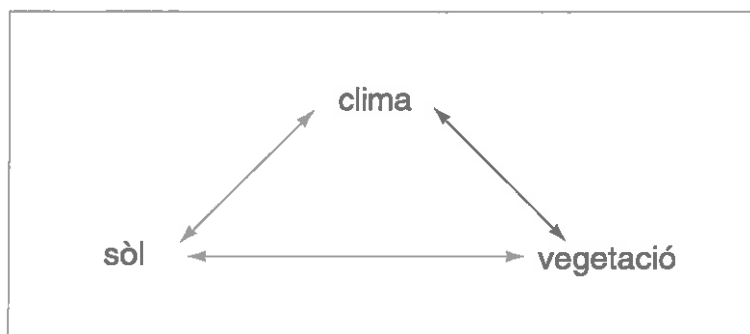
En els continents, el volum anual de precipitacions és un 40% superior al de l'evaporació. Aquesta diferència entre el volum de precipitacions i el volum d'evaporació és el que crea el cabal anual dels rius i els torrents. L'aigua subterrània, com la dels llacs i glaceres alpines, participa en el cicle de l'aigua per la seva capacitat de conservar l'aigua i estabilitzar-ne el balanç global.

El cicle de l'aigua defineix les grans zones del planeta quant a la disponibilitat d'aigua: la zona àrida i semiàrida dels grans deserts, la zona seca situada en els marges d'aquests deserts, la zona tropical i equatorial, la zona temperada i els casquets glacials amb els sòls permanentment gelats.

La repartició de les precipitacions divideix el món en regions de set, regions d'inundacions i regions equilibrades que generen diferents ecosistemes i tipus d'adaptació que donen lloc a diferents societats humanes.

Vegetació i ambient

El clima actua directament sobre la vegetació i, d'una manera indirecta, a través de la seva influència, sobre el sòl. Hom pot representar la relació recíproca mitjançant l'esquema següent:



Entre el sòl i la vegetació hi ha interaccions molt íntimes, que constitueixen una unitat. D'altra banda, tant el sòl com la vegetació influeixen també, d'alguna manera, sobre el clima, en les capes d'aire més baixes; és a dir, sobre el microclima.

El desenvolupament de la vegetació en un lloc sense plantes provoca automàticament una modificació de les condicions microclimàtiques. Aquesta modificació és més important com més abundant és la pantalla vegetal que s'hi estableix.

La vegetació absorbeix part de la radiació solar; per tant, en un bosc, l'escalfament del sòl i de les capes baixes de l'atmosfera és menor que en un lloc sense vegetació. Durant la nit, el refredament també és menor.

També la vegetació actua sobre la temperatura. En una comunitat forestal, a l'estiu, les temperatures són més baixes i a l'hivern, són més altes que si no hi hagués vegetació.

En resum, la vegetació fa de regulador tèrmic d'una localitat, esmorteint les diferències de temperatura.

El tapís vegetal d'un lloc també tendeix a mantenir una humitat del sòl elevada. La vegetació, retenint l'aigua, juga un paper clau en el règim hídric de la localitat. La capacitat de retenció de l'aigua per parts dels sòls pobres en plantes, està disminuïda, i les pluges condueixen a desguassos ràpids i desastrosos.

Qualsevol alteració de la cobertura vegetal i dels sòls té conseqüències sobre el règim de les aigües i sobre el balanç total. Processos com la desertització i la desforestació disminueixen automàticament l'evaporació dels sòls.

Aquests fets porten a un cercle viciós que, en moltes ocasions, es podria evitar amb previsió.

2. L'aigua a casa nostra

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració del concepte d'aigua continental, com a bé escàs, i d'usos de l'aigua.

Les diferents preguntes serveixen per fer la comparació entre les activitats en què el nostre alumnat utilitza l'aigua i els possibles usos de l'aigua a l'Àfrica Central.

Amb les conclusions de la pregunta 5. s'intentarà que l'alumnat faci el pas de la situació local a les diferents realitats d'altres països (problemes globals de la Terra) i vegi que l'aigua no està igualment distribuïda a tot el món.

També es pot introduir el concepte de solidaritat, en aquest cas entre pobles del món, és a dir, molt separats geogràficament. És important que els nois i noies reflexionin, en les conclusions, sobre les correlacions que es donen entre manca d'aigua potable i altres factors, com ara progrés, misèria, malaltia, desenvolupament, recursos naturals, nivell econòmic...

Es pot reflexionar sobre les dades de distribució de l'aigua en el món, així serà més fàcil que considerin l'aigua com un bé escàs.

Per realitzar la fase d'exploració entorn a la idea de l'aigua com a bé escàs, es pot usar el *Qüestionari d'actituds* inclòs en l'annex 2, al final de la guia del professorat.

II. Què és i què fa l'aigua?

3. L'aigua interacciona amb altres materials

En aquest bloc d'activitats volem treballar les diferents funcions que fa l'aigua: rentar, és a dir, dissoldre alguns materials, i arrossegar altres materials; agrupades sota la idea que l'aigua interacciona amb els materials. El concepte d'interacció el vam introduir en el crèdit *La diversitat i la unitat dels materials*; per tant, serà bo recollir la idea que ja vam treballar en l'anterior crèdit.

3.1 Per què utilitzem l'aigua per rentar?

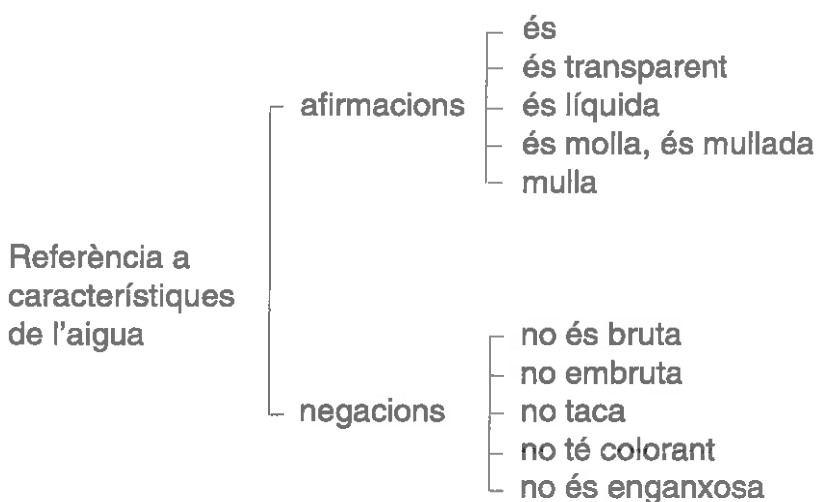
Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració entorn al concepte de dissolució. A partir d'una situació tan quotidiana com la de rentar-se les mans, es tracta d'explorar si veuen que el sabó afegit a l'aigua actua com a dissolvent de materials que l'aigua no podia dissoldre. Té interès que l'alumnat intenti rentar-se les mans brutes de sucre perquè és l'únic cas en què queda clar que l'aigua pot rentar, i que ho fa sense l'ajuda del sabó.

Presentem a continuació la xarxa i els comentaris pertinents a aquesta qüestió, elaborada per Neus Sanmartí i Rosa M. Pujol (1992):

Pregunta: per què renta l'aigua?

Anàlisi de les respostes de l'alumnat

a) Xarxa de les idees que manifesten en les seves redaccions



- Referència a materials afegits a l'aigua
 - té clor
 - afegim desinfectants
 - afegim sabó, detergents
- Referència a les operacions que cal per netejar
 - es passa aigua sobre la brutícia
 - es neteja amb un drap i aigua
- Referència als canvis de l'aigua
 - | primer és neta i al final queda bruta
- Referència a possibles models explicatius
 - treu
 - sabó
 - brutícia
 - altres
 - l'aigua renta o similars
- No explícita cap raó
- No respon

• **Comentaris sobre les explicacions de l'alumnat**

a) **Referències a les característiques de l'aigua:** els alumnes es refereixen fonamentalment a tres tipus de característiques:

- Una de les justificacions més utilitzades fa referència al fet que l'aigua és neta, transparent, no bruta, o expressions similars. Algun alumne insisteix que és una condició imprescindible perquè, en cas contrari, l'aigua no neteja. És interessant tenir en compte aquesta imatge mental dels alumnes perquè pot ajudar a introduir el concepte de solució saturada. L'aigua dissol les substàncies que embruten fins que l'aigua queda saturada i ja no admet més solut.
- També molts alumnes fan referència al fet que l'aigua és líquida, com a causa que l'aigua renti. És una altra idea interessant perquè és cert que la majoria dels dissolvents utilitzats per netejar són líquids. L'estat líquid facilita el contacte entre les molècules del dissolvent i el solut, i la dissolució d'aquest.
- La tercera característica que indiquen és que l'aigua, o bé és molla, o bé mulla. També aquesta és una idea interessant perquè és cert que, perquè l'aigua netegi, cal que mulli els teixits o els objectes. Precisament una de les raons per afegir detergents o sabons a l'aigua a l'hora de rentar és la de disminuir la seva tensió superficial i, en conseqüència, aconseguir que l'aigua "mulli" millor. Si l'aigua mulla un objecte vol dir que les molècules d'aigua es posen en contacte amb les molècules que donen lloc a la brutícia, i així es pot produir la dissolució.

b) Referències als materials afegits a l'aigua: alguns alumnes justifiquen que l'aigua neteja dient que se li han afegit algunes substàncies. En general es refereixen a tres tipus de substàncies:

- Clor i desinfectants. Segurament confonen les propietats del clor com a desinfectant amb les de neteja. En el mateix sentit es podrien interpretar les respostes dels alumnes que es refereixen al fet que l'aigua neteja si afegim desinfectants. Caldrà ajudar-los a diferenciar entre aquestes dues idees: desinfectar i netejar. També és possible que pensin en les propietats del lleixiu o en substàncies similars. Aquests materials sí que tenen la doble funció de desinfectar i blanquejar.

- Altres alumnes fan referència a la necessitat d'afegir sabó o detergents. És interessant comprovar que, proporcionalment, són pocs els alumnes que es refereixen a la importància d'afegir sabó per netejar, tot i que és una experiència quotidiana. El sabó millora la propietat de l'aigua com a dissolvent perquè disminueix la seva tensió superficial i facilita la dissolució de les grasses i altres substàncies orgàniques que formen part de la "brutícia".

c) Referències a operacions necessàries per netejar: alguns alumnes, en comptes de justificar perquè l'aigua neteja, es limiten a explicar com netejar. Són alumnes que no donen una explicació causal i caldrà treballar amb ells què vol dir respondre un perquè. Casos més extrems que aquests són els dels alumnes que responen la pregunta amb les mateixes paraules: "per què l'aigua renta?", "per què renta?", o bé "Per què neteja?". Si són molts els alumnes que responen d'aquesta manera, caldrà fer algunes activitats perquè els alumnes s'adonin de la diferència entre una descripció d'un procés i una explicació o justificació del mateix procés. Es poden posar com a exemple, les mateixes respostes dels alumnes perquè ells les corregeixin, i inventar altres situacions quotidianes en les quals puguin explicar causes de canvis.

d) Referències a possibles models explicatius: alguns alumnes intenten donar algunes explicacions darrere les quals sembla que hi ha algun model explicatiu. Totes fan referència al fet que l'aigua s'emporta la brutícia. Cap estudiant utilitza el concepte de dissolució, encara que la idea d'"emportar-se" és una aproximació intuïtiva al fet que l'aigua, per mitjà del procés de dissolució, absorbeix les substàncies causants de la brutícia. En la mateixa línia, podríem situar els alumnes que són conscients que primer l'aigua és neta i després bruta.

A partir d'aquesta primera aproximació al perquè l'aigua renta, es podrà fàcilment introduir el concepte de dissolució, ja que aquests alumnes reconeixen que els materials causants de la brutícia es conserven i que, a través del procés de rentar, passen del material que embrutaven a l'aigua.

e) Altres reflexions: és interessant destacar que no hi ha diferències significatives entre les explicacions que donen els alumnes de 3r, 4t i 5è. En tots els nivells trobem els mateixos tipus de raonament.

3.2 L'aigua com a dissolvent

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció del concepte de dissolvent, dissolució i concentració de les dissolucions.

És un treball pràctic de tipus demostratiu, per treballar la idea que hi ha substàncies que es dissolen i altres que no. Les dades de l'experiment es recullen i s'organitzen en forma de taula; per tant, és important remarcar aquest aspecte.

Demanem a l'alumnat que faci previsions, perquè així podrem conèixer les seves idees i veure si les activitats estan ben orientades. És molt important que el professorat tingui clar que ho han de fer abans de començar a manipular o treballar res, si no ja no serveix per a l'objectiu que ens havíem marcat.

La concentració de les dissolucions es treballa a partir de la idea quantitativa de la capacitat de dissolució a través del nombre de cullerades i dels grams de substància dissolta. Els grams es poden calcular pesant una sola cullerada de la substància i multiplicant pel nombre de cullerades. La concentració es calcula a vegades a partir de la relació

$$\frac{\text{massa de la substància dissolta}}{\text{volum d'aigua}}$$

A continuació veiem l'efecte de la temperatura en la solubilitat de les substàncies.

Si en la discussió a classe surten els conceptes de suspensió, emulsió o col·loide, es poden treballar amb exemples pròxims a l'alumnat. Per cada concepte es pot utilitzar respectivament una suspensió de farina amb aigua, per a l'emulsió, aigua amb oli i la llet, com un exemple de col·loide.

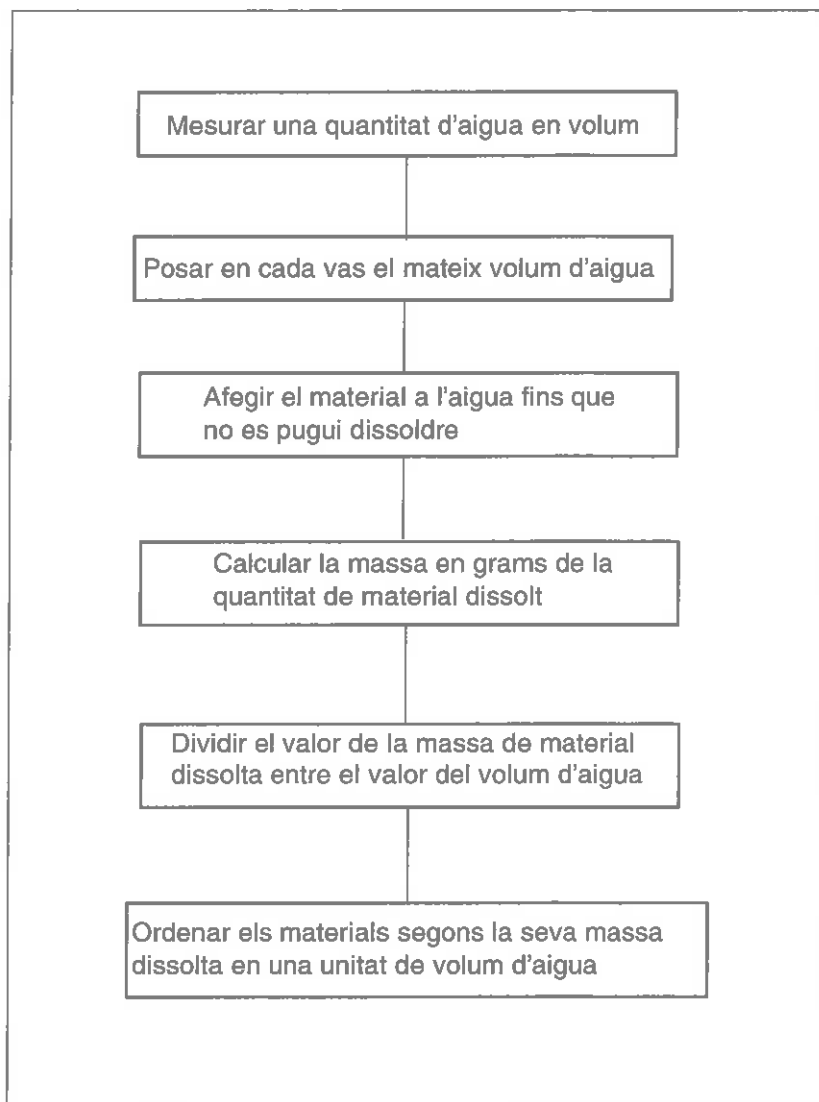
Després d'haver manipulat els diferents materials, per grups es tractaria de buscar una definició de **dissolució**, **solut** i **dissolvent**.

Evidentment tornem a recuperar el model de partícules introduït en el crèdit *Els materials* per tal d'anar augmentant el seu poder explicatiu. Aquí s'hauria d'arribar a veure com la distribució de les partícules de la substància que volem dissoldre entre les partícules d'aigua, ens permet explicar per què no augmenta ostensiblement el volum de la dissolució quan treballem amb petites quantitats. Això és el que passa quan afegim mitja cullerada de sal al vas ple d'aigua. Aquest segon càlcul és més útil quan utilitzem dissolucions ja preparades.

En la pregunta 8, per fer la comparació de la solubilitat de diferents materials i ordenar-los, es pot utilitzar una base d'orientació de la qual donem el model de referència següent.

CATEGORIA: comparació

SUBCATEGORIA: comparació de la solubilitat de diferents materials en aigua.



3.2.1 Per què podem utilitzar les dissolucions? Una altra manera de conèixer aproximadament la seva concentració

És una activitat d'aplicació del concepte de dissolució. Durant la preparació de la conserva de bolets es demana que calculin la densitat de la dissolució i l'ou. Aquest és un treball pràctic que també es pot aprofitar per veure que en la dissolució no es conserva el volum. L'alumnat tendeix a fer el càlcul de la densitat, menyspreant la variació de volum, és a dir:

$$D_{\text{aprox}} = \frac{M}{V} = \frac{1000 \text{ g aigua} + 100 \text{ g sal}}{1000 \text{ cm}^3} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

El càlcul que facin aquí de la densitat de l'ou, després l'utilitzarem en l'activitat 5.1 "*Quins materials poden flotar?*".

Finalment proposem a l'alumnat construir la V heurística centrada en la pregunta: quanta sal cal dissoldre perquè suri l'ou en un litre d'aigua? Per què? En trobareu un model al final de les orientacions per a cada activitat.

Tal com es pot observar en el model que incloem de referència de la V heurística, de moment ens limitem a raonar el fet que suri l'ou segons la igualtat de les densitats. Si es vol després d'haver treballat la flotació d'acord amb l'empenta, en l'activitat 5.3, "*Els cossos més densos no sempre s'enfonsen*".

3.3 Lectura

Amb aquesta lectura volem aplicar el concepte de dissolució de l'aigua en un context diferent del que han treballat en l'activitat anterior i aprofitar l'ocasió per donar informació sobre la importància que ha tingut en el desenvolupament de certes civilitzacions aquesta capacitat de l'aigua dels rius.

Cal remarcar a l'alumnat l'accepció especial que té el terme *aigües dolces*, quan ens referim a les aigües corrents dels rius, ja que en la lectura fem èmfasi precisament en la capacitat que tenen els rius de dissoldre els materials que troben al llarg del seu curs. Aquest terme s'usa en contraposició al d'*aigües salades* quan ens referim a l'aigua dels mars i oceans que tenen una quantitat de sals dissoltes considerablement més gran.

4. L'aigua en els éssers vius

4.1 L'aigua, constituent bàsic dels éssers vius

La majoria de l'alumnat, quan parla del cicle de l'aigua no inclou els éssers vius; per tant, hem vist necessari fer aquesta activitat per tal de donar-ne una visió completa.

Els objectius didàctics que pretenem treballar en aquest bloc són reconèixer i constatar la presència d'aigua en els organismes, i també contrastar les diferències de contingut d'aigua segons els teixits i l'edat dels organismes.

4.1.1 El contingut d'aigua en els éssers vius

Comencem l'estudi d'aquest bloc amb una experiència d'exploració que consisteix a refregar sobre un paper de filtre un tros de poma, una mongeta seca i un tros de carn. Amb aquesta experiència pretenem esbrinar què sap l'alumnat sobre l'existència d'aigua en determinats aliments i la seva importància per a l'activitat vital. Amb aquesta experiència també presentem a l'alumnat el tema que estudiarem en aquest bloc que tracta el contingut i la importància de l'aigua en els éssers vius.

Els éssers vius s'han format a l'aigua. Tant si viuen dins l'aigua com si no, aquesta és necessària per al seu funcionament, no solament pel fet de ser dissolvent de les substàncies hidròfiles, sinó també perquè és el medi en el qual es produeixen tots els fenòmens bioquímics orgànics, tant intracel·lulars com extracel·lulars i, per tant, és indispensable per a l'organisme. (De fet, l'organisme humà només pot suportar l'abstinència total d'aquest líquid de 5 a 10 dies en general.)

L'alumnat no ha de treballar, en aquests moments, la importància metabòlica de l'aigua i el seu paper en les reaccions químiques, però sí que ha d'entendre que l'aigua és necessària en l'activitat dels organismes. Més endavant, en aquest curs, aprofundiran el paper que aquest líquid té en el transport i com a dissolvent.

En molts casos, la proporció d'aigua que conté un organisme pot ser un paràmetre de la seva activitat fisiològica: com més proporció d'aigua, més activitat. Per tant, tal com es destaca en el quadre de la plana 120, un fetus de tres mesos té més activitat fisiològica que un nadó, donat que està en un procés de desenvolupament molt més intens que un nadó (construcció de teixits i activitat metabòlica). Aquest també presenta una activitat fisiològica més gran que una persona adulta, per la mateixa raó. No és, però, del tot fiable: el percentatge hídric també està lligat al medi on viu. Els organismes marins en tenen una proporció més elevada que els terrestres, però no podem dir que una medusa sigui més activa que un mamífer. També hi incideix l'evolució i les adaptacions a la pèrdua d'aigua que la poden fer concentrar més en diversos teixits i reduir-la de les zones superficials o també de la quantitat de teixit adipós.

L'aigua és, doncs, important per a l'activitat dels diversos teixits. No és l'únic factor que intervé en l'activitat, però pot servir a l'alumnat com un indicador aproximat. El percentatge d'aigua d'un teixit o òrgan depèn també de la seva consistència. Per exemple, el baix contingut d'aigua dels ossos implica poca activitat, com també una elevada resistència.

També podeu mostrar l'activitat lligada a l'aigua, posant mongetes seques en aigua. Els vegetals formen les llavors que, a més de ser nous organismes fruit de l'intercanvi sexual, tenen una funció de resistència en condicions adverses. Una llavor pot resistir canvis de temperatura, d'humitat, fins que la situació sigui òptima. Aleshores, allarga les seves arrels i la seva tija i forma una nova planta. Si deixeu les mongetes més d'un dia (o a temperatures al voltant dels vint-i-cinc graus), comencen a formar la radícula, inici de la rel. És un indicatiu de l'activitat. També és possible veure com les mongetes han augmentat la grandària perquè s'han omplert d'aigua.

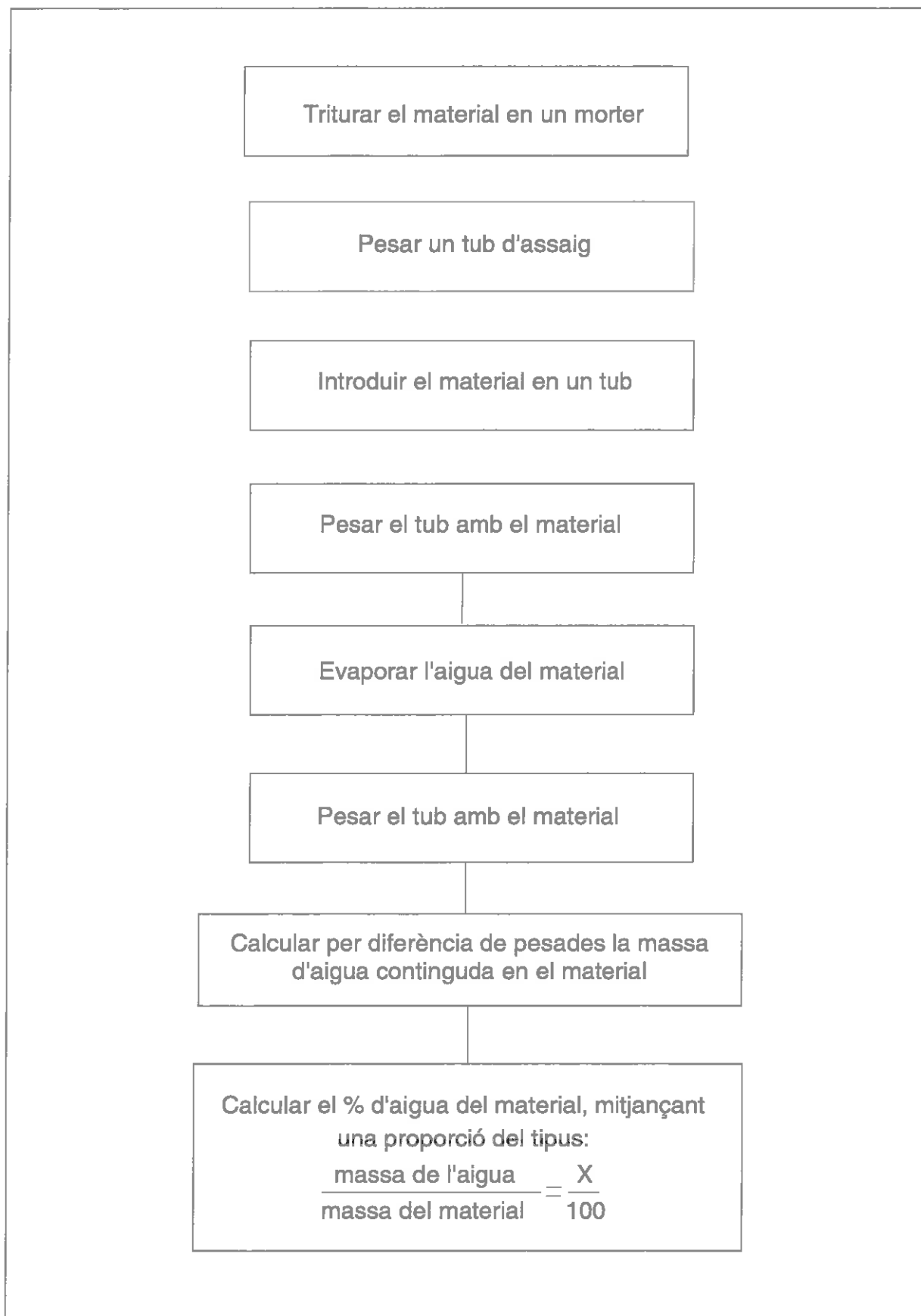
A l'hora de fer l'experiència, haureu de vigilar que l'escalfament sigui uniforme, movent lentament el tub d'assaig. D'aquesta manera no saltarà el material de l'interior. La dada final no serà excessivament exacta en la mesura en què caldria mantenir la preparació durant un temps més llarg en una estufa. De tota manera, és aproximatiu i supera el 50%.

Cal dir que més proporció d'aigua implica més activitat. No val la pena aprofundir més en quina és la seva funció dins els organismes vius.

Aquesta possible base d'orientació podria ajudar a resumir l'activitat i a aclarir els càlculs.

CATEGORIA: càlcul

SUBCATEGORIA: càlcul del percentatge d'aigua en els materials



Activitat d'aplicació: deshidratació, diarrees i el còlera dels pobres

Hem analitzat la importància de l'aigua tant com a constituent, com a substància lligada a l'activitat dels éssers vius, ens proposem posar de manifest, a través de dos textos, la importància i les conseqüències que té per a l'organisme, des del punt de vista de la salut, la pèrdua d'aigua.

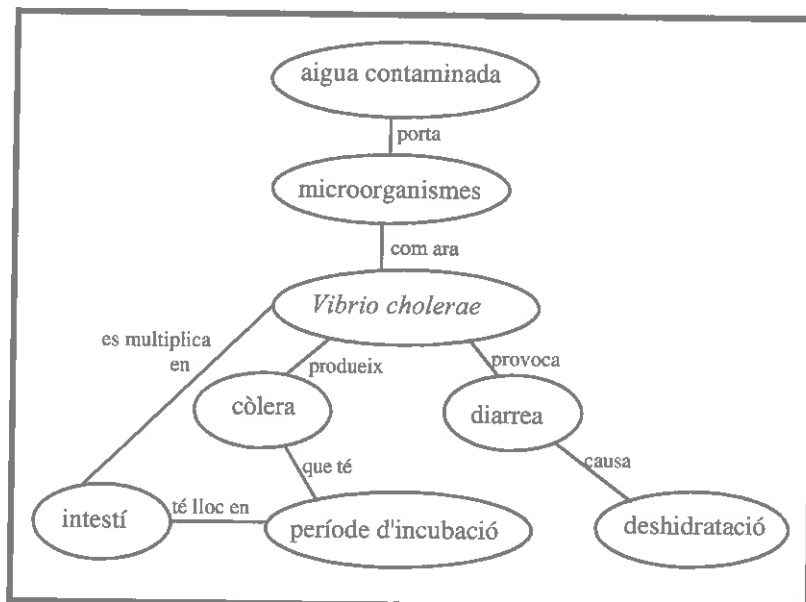
Es proposa en el primer text fer un mapa conceptual a partir de les paraules subratllades.

El segon text, *El còlera de los pobres*, està extret directament de la premsa. És convenient per a l'alumnat fer-los subratllar les paraules que no entenen i comentar-les amb el professor o la professora abans de contestar les qüestions proposades. És un text difícil que hem fet més breu, però la redacció i el vocabulari s'han mantingut originals.

* Anàlisi del mapa conceptual

Abans de fer l'activitat és convenient que l'alumnat sàpiga què es valorarà del mapa conceptual. Per analitzar el mapa conceptual tindrem en compte els aspectes que ja hem indicat en l'apartat d'avaluació: **vocabulari, ramificacions, jerarquies, proposicions i esquemes o unitats tancades.**

El professorat pot utilitzar el següent exemple de referència:



La puntuació d'aquest mapa, per exemple, podria ser: V: 1, R: 1, J: 5, P: 8 i E: 1.

Per tal de fer un resum del que hem après sobre la malaltia del còlera, proposem a l'alumnat que faci una fitxa de l'esmentada malaltia. Un possible model seria el següent:

Nom de la malaltia: CÒLERA

Agent causant: bacteri anomenat *Vibrio cholerae*

Transmissió: aigües infectades, aliments crus infectats

Síntomes: diarrees molt fortes, febre alta

Evolució: fins a la mort

Tractament: prendre antibiòtics, rehidratació, alimentació astringent

Prevenció: desinfectar aigües, bullir l'aigua...

No beure aigua que no estigui en les anteriors condicions.

• Informació complementària sobre l'aigua en els éssers vius

L'organisme obté aigua per dues vies. L'aigua exògena ingressa a l'organisme per mitjà de la ingestió de líquids i d'aliments, els quals, a excepció dels olis purs, tenen una major o menor concentració d'aigua. L'aigua endògena és el producte de diversos processos metabòlics dins el mateix organisme, com s'esdevé en els fenòmens de combustió de les molècules biològiques.

Les pèrdues d'aigua són degudes bàsicament a la respiració, la transpiració, la perspiració --l'aigua que s'evapora de manera constant i inadvertida des de la pell al medi ambient--, l'orina, la femta i l'eventual sortida d'altres líquids orgànics, com s'esdevé en casos d'hemorràgies, vòmits o secrecions mucoses externes.

Les necessitats d'aigua varien considerablement segons les condicions climàtiques, el tipus d'alimentació o, fins i tot, segons l'edat. Així, per exemple, són proporcionalment més grans en climes calorosos, per la pèrdua d'aigua a través de la suor, que és un mecanisme de regulació de la temperatura corporal. Els nens petits i els ancians, també tendeixen a deshidratar-se amb facilitat.

Bàsicament, cal reposar les pèrdues diàries d'aigua, tant les que es produeixen de manera indefectible i constant a través de la respiració, com les que es produeixen de manera variable segons el cas, com ara les produïdes per la suor en èpoques caloroses.

Mitjançant l'orina, l'organisme es desprèn de l'excés d'aigua. Aquesta capacitat d'eliminació d'aigua a través de l'orina és il·limitada, de manera que l'organisme no es pot veure mai afectat per beure massa aigua. En realitat, diversos i variats mecanismes controlen i regulen el balanç d'aigua, és a dir, l'equilibri entre la quantitat d'aigua que és ingerida i la que se n'elimina. Tanmateix, el més important, sempre que l'organisme funcioni adequadament, és aquell en el qual intervé la set, sensació de sequedat bucal i faríngia que es calma mitjançant la ingestió de líquids. Aquesta sensació és produïda per estímuls de l'hipotàlem quan, per mitjà d'unes cèl·lules especialitzades de la base del cervell, capta un augment en la concentració de soluts i, per tant, una reducció en la concentració d'aigua en la sang. D'altra banda, l'hipotàlem elabora una hormona, l'hormona antidiürètica, que tendeix a reduir l'excreció d'aigua a través del ronyó, amb menys formació d'orina i que regula així el balanç entre la ingestió i l'excreció.

4.2 L'absorció i distribució de l'aigua en les plantes

Introduïm aquest tema amb una experiència d'exploració que ens permetrà presentar-lo als alumnes, situar-lo en el context de treball i, d'altra banda saber quins esquemes interpretatius tenen en relació amb l'absorció i la distribució de l'aigua a les plantes.

En la fase d'introducció de conceptes, amb l'experiència, l'absorció de l'aigua i les substàncies minerals per les arrels, volem introduir el concepte d'absorció i zona pilífera, ja que si aquesta zona de l'arrel no té accés a l'aigua del medi, la planta es panseix.

En la segona activitat, "L'aigua com a agent transportador als organismes", es pretén evidenciar que una de les funcions principals que té l'aigua és ser vehicle de transport de les diferents substàncies que s'han d'incorporar o desplaçar en tots els organismes.

Suggerim que, per introduir aquest concepte de l'aigua com a agent transportador, s'utilitzi amb l'alumnat un símil com el següent:

En una ciutat organitzada com la nostra, els camions, cotxes, trens etc., tenen un paper molt important. Per exemple, són els encarregats de portar el menjar a les ciutats i d'emportar-se les deixalles. Si fallessin, la ciutat es convertiria en un caos.

Els organismes de mida relativament gran (animals i vegetals) necessiten un sistema de transport, com les societats humanes i per les mateixes raons.

És convenient tenir l'api en remull amb l'aigua i el colorant unes quantes hores. Es pot preparar l'experiència el dia abans i fer preveure'n el resultat a l'alumnat. Un colorant que funciona prou bé és el blau de metilè.

A partir del treball dels conceptes equilibri/desequilibri, podem introduir el concepte de límit, com a punt a partir del qual la natura, ella sola, no pot tornar-se a equilibrar. En aquest sentit, és força interessant el vídeo *L'aigua*, concretament l'apartat 02 "L'aigua contaminada" (23 min.) dels Serveis de Cultura Popular.

Després d'un cert temps de tenir l'api en el colorant, s'observa que aquest ha pujat pels vasos conductors.

En la fase d'aplicació d'aquests conceptes introduïts en els dos experiments anteriors, es pretén fer reflexionar l'alumnat sobre una de les conseqüències que té la contaminació de l'aigua. Aquesta contaminació passa de l'aigua a la planta i en conseqüència a tots nosaltres en la mesura en què ens alimentem de plantes o d'animals que s'alimenten de plantes.

5. L'aigua és un líquid: la flotació i els vasos comunicants

La flotabilitat dels cossos depèn entre altres factors de la densitat dels sòlids, del líquid en el qual estan submergits, i de la forma del sòlid. Com que es tracta d'una primera aproximació a l'estudi de la flotabilitat, treballarem només aquest fenomen en relació amb les diferències de densitat i farem un experiment quantitatiu per estudiar l'empenta dels cossos submergits en líquids.

Idees de l'alumnat sobre la flotació

Alguns nens i nenes, a les edats corresponents a l'escola primària, pensen que les coses floten o s'enfonsen perquè és la seva voluntat. Els objectes "volen" flotar o "enfonsar-se". Podria ser que entre l'alumnat del primer cicle de Secundària quedessin algunes d'aquestes idees.

Altres nois i noies pensen que depèn del material amb què està fet l'objecte. Algunes frases del tipus "Flota perquè és lleuger" fan pensar que alguns nois i noies atribueixen la flotabilitat a les propietats de l'objecte. D'altres creuen que el motiu és el tipus de material i fan generalitzacions que no es corresponen amb tots els objectes fets d'aquest material: "La pilota flota perquè és de plàstic i el plàstic només flota".

A vegades, algunes idees de l'alumnat s'apropen a una explicació de la flotabilitat feta segons els diferents factors que hi intervenen. Un exemple seria una frase com la següent: "El tros de plastilina flota perquè és massa lleuger per la seva forma".

Des de la perspectiva de l'aprenentatge, ens interessen aquelles idees que relacionen la flotabilitat amb les forces, encara que a vegades s'atribueix a l'aigua el fet de flotar o enfonsar-se. "La plastilina flota perquè l'aigua fa força i l'aguanta amunt. Si l'aigua fes força avall, l'enfonsaria".

En la frase següent: "Si la pressió de l'aire és més forta que la pressió de l'aigua, l'objecte probablement s'enfonsarà. Però si la pressió de l'aigua és més forta que la pressió de l'aire, l'objecte flotarà", ens interessa la relació que estableix entre les dues forces que intervenen, encara que s'hagi utilitzat el mot "pressió" en lloc de "força".

5.1 Quins materials poden flotar?

Aquesta primera activitat correspon a la fase d'exploració de la flotabilitat dels cossos. És interessant començar comentant el fet conegut que els vaixells floten. Si l'alumnat diu que això succeeix perquè "l'aigua els aguanta", és una bona idea que després podem aprofitar quan parlem de l'empenta. Pot ser interessant comentar la influència de la forma en la flotabilitat, en el cas de la pregunta de la plastilina, com la diferència de densitats entre el sòlid i el líquid en el cas de l'ou.

La plastilina en forma de bola s'enfonsa, però si li donem forma de recipient, la mateixa quantitat de plastilina d'abans, amb una altra forma pot flotar.

Tal com vam veure en l'activitat 3.2.1, en què preparaven la conserva de bolets, un ou flota en una dissolució de sal de cuina. Cal recordar com, quan vam posar un ou dins un recipient amb aigua, a mesura que anàvem afegint sal, l'ou que era al fons, anava pujant.

El valor de la densitat de l'ou que van calcular en aquell moment l'utilitzaran en l'activitat següent. En aquest cas seria més correcte parlar de massa volúmica que no pas de densitat, ja que no hi ha un sol material: hi ha la clara i el rovell. Però no veiem imprescindible introduir-ho per no complicar la terminologia.

5.2 La flotabilitat en relació amb la densitat

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció del concepte de flotabilitat, del fet que "un material pot flotar en un altre" en relació amb les seves densitats. En concret, compararem les densitats de diferents sòlids i la de l'aigua.

En la taula de valors s'han inclòs els diferents valors que pot tenir una dissolució aquosa de sal, segons la quantitat de solut.

5.3 Però els cossos més densos no sempre s'enfonsen!

A partir de la idea intuïtiva que quan intentem enfonsar una pilota o un tros de fusta en aigua, els materials experimenten una empenta cap amunt, i també a través d'un experiment quantitatiu.

Experiment: la mesura de l'empenta de l'aigua i la seva relació amb el pes de l'aigua desplaçada

En la planificació de l'experiment s'introdueix l'instrument que s'utilitzarà per mesurar les forces: el dinamòmetre. La il·lustració de la pàgina 31 vol fer comprendre com funciona l'instrument. Val la pena fer-hi atenció, sobretot en el cas de l'alumnat que no l'hagi utilitzat mai.

També en la fase de planificació es proposa realitzar un experiment mental que pot ajudar a entendre com actua l'empenta d'un fluid sobre un sòlid.

En la fase de realització de l'experiment es proposa fer una sèrie de mesures per veure la relació entre l'empenta que fa l'aigua i el pes d'aigua desplaçada. Aquesta relació queda recollida en el principi d'Arquimedes: "L'empenta que experimenta un cos submergit total o parcialment en un líquid és igual al pes del líquid desplaçat". Es tracta d'un experiment inductiu, en el qual volem obtenir regularitats, com que és la primera vegada caldrà destacar-ho.

Per fer l'experiment cal disposar dels materials indicats en l'apartat de material per a l'alumnat: dinamòmetre de 1000 g, recipient amb tubuladura lateral, portapesos amb ganxo i 6 pesos de 100 g.

El recipient amb tubuladura lateral es pot fer amb la meitat d'una ampolla de plàstic

d'1,5 l a la qual es pot fer un forat i enganxar, amb la pistola termofusible un tros de tub de vidre. Perquè s'enganxi millor el tub, es fan a l'ampolla uns talls en forma de creu, en què s'introdueix el tub que s'ha d'enganxar. El tub de vidre, per tal de recollir millor les gotes que cauen, l'extrem lliure ha de tenir forma de falca. També es pot utilitzar un recipient de vidre de la casa Phywe que té aquesta forma.

Cal fer atenció a les unitats perquè no siguin una complicació addicional. Per això recomanem treballar amb dinamòmetres graduats en g-força. A l'hora d'omplir el quadre cal remarcar que la massa d'aigua desplaçada, en g, coincideix numèricament amb el pes de l'aigua desplaçada en g-força, ja que el pes d'una massa d'un gram és un gram-força o pondi.

Una possible taula de valors per a l'aigua seria:

Pes fora de l'aigua	Pes dins l'aigua	Empenta	Pes aigua desplaçada
100.92	90	10.92	17.36 g-força
199.38	170	29.38	34.98 g-força
300.89	250	50.89	51.94 g-força
502.28	420	82.17	82 g-força
502.28	420	82.17	82 g-força

Massa aigua desplaçada	Volum aigua desplaçada	Densitat
17.36 g	18 cm ³	0.96 g/cm ³
34.87 g	35 cm ³	1 g/cm ³
51.94 g	53 cm ³	0.98 g/cm ³
64.74 g	65 cm ³	1 g/cm ³
82 g	82.5 cm ³	0.99 g/cm ³

Com es pot veure, a partir de les dades obtingudes amb el dinamòmetre, l'instrument presenta errors experimentals que cal considerar quan treballem amb 100 g i 200 g, els valors de l'empenta i el pes de l'aigua desplaçada són força divergents. Per tant, val la pena discutir-ho amb l'alumnat i fer els comentaris oportuns sobre les dificultats del treball experimental.

Una possible taula de valors per a l'alcohol seria:

Pes fora de l'alcohol	Pes dins l'alcohol	Empenta	Pes líquid desplaçat
300.33	260	40.33	40.16 g-força
401.28	350	51.28	51.09 g-força
502.26	440	62.26	63.75 g-força

Massa líquid desplaçat	Volum líquid desplaçat	Densitat
40.16 g	50 cm ³	0.80g/cm ³
51.09 g	64 cm ³	0.79g/cm ³
63.75 g	79 cm ³	0.81 g/cm ³

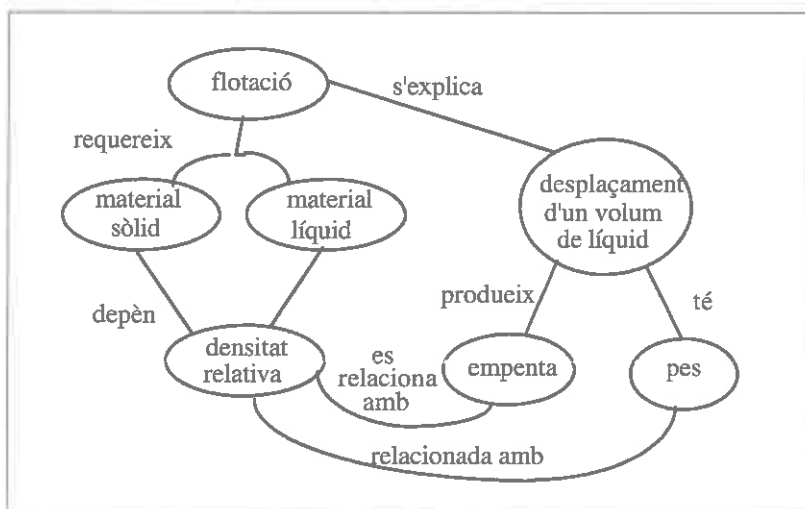
En el segon quadre, a partir de la massa d'aigua desplaçada i el volum d'aigua desplaçada, volem calcular les densitats dels líquids. Obtenim valors aproximats a l'aigua destil·lada ($d=1 \text{ g/cm}^3$) i l'alcohol ($d= 0,85 \text{ g/cm}^3$).

Per això, com en els altres experiments, serà molt important dedicar temps a preparar l'experiment de manera que tothom entengui què anem a fer, a realitzar-lo i a analitzar i discutir què hem fet, per tal que a través de la relació quantitativa puguin arribar a veure de què depèn l'empenta d'un líquid sobre un sòlid.

5.4 Variacions de flotabilitat

Per a la fase d'aplicació del concepte, proposem treballar aquesta activitat en què cal utilitzar la idea de l'empenta per explicar alguns fenòmens. En aquest punt s'introdueix el fet que les variacions de flotabilitat són importants i ens permeten explicar alguns fenòmens naturals, com el cas de l'arbre que s'enfonsa. Després, en l'activitat 11 reprendrem aquesta idea per explicar el comportament dels peixos en nedar. En el cas de l'ou que flota en una dissolució saturada de sal, l'ou tant pot ser cru com dur, i es pot anar provant si l'ou flota a mesura que es va afegint sal a la dissolució.

Finalment, a tall de resum, proposem que l'alumnat completi el mapa conceptual següent, escrivint els nexes o paraules d'enllaç. Una solució possible que es pot utilitzar com a referència és:



5.5 Aparells per mesurar la densitat d'un líquid

Finalment, com a activitat d'aplicació, proposem construir densímetres per calcular la densitat de líquids. Un densímetre és un aparell graduat amb una escala de densitats. Es poden fabricar densímetres més senzills aprofitant les densitats conegudes de diferents líquids.

Els densímetres es poden construir, segons el model que es proposa en el punt A o segons el seu propi disseny que faran en el punt B. Cal aprofitar la imaginació de l'alumnat que sigui més enginyós. Es pot fer en col·laboració amb el professor o professora de tecnologia.

Un densímetre senzill de construir és el que es pot fer amb un tros de PVC buit de 10 cm de llargada i 1,9 cm de diàmetre. Es tapa un extrem amb un tros de plastilina, ben premuda perquè no hi entri aigua. Es posa prou quantitat de plastilina perquè es mantingui vertical. Se submergeix en cadascun dels tres líquids i se senyala amb un retolador quin és el nivell de flotabilitat en cada cas.

Les persones més hàbils poden fer el densímetre amb un tros de fusta cilíndrica d'uns 12 cm de llargada i 1,6 cm de diàmetre. Perquè floti, en un extrem se li posa un cargol amb una o diverses femelles que li permeti mantenir la verticalitat. Cal posar vernís per tal que no absorbeixi aigua, ja que això modificaria el pes de la fusta. També es pot fer un densímetre amb un tros de fusta prismàtica al qual s'afegeix un tros de placa de plom.

5.6 Els vasos comunicants

Les tres activitats incloses en aquest apartat corresponen a les tres fases del cicle d'aprenentatge per treballar els vasos comunicants. L'objectiu de treballar amb vasos comunicants és reforçar la idea que el volum dels líquids és constant. Aquesta idea ja es va treballar en el crèdit *La diversitat i la unitat dels materials* i, per això, en recupearrem la imatge del tub en U, però volem tornar a insistir en els fenòmens en què els líquids flueixen. Un sector de l'alumnat té dificultats a comprendre la conservació del volum en aquests casos.

6. L'aigua, un bé escàs

6.1 L'aigua que arriba a casa

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració dels conceptes de depuració, potabilització i contaminació límit, i de l'actitud de solidaritat.

En aquesta activitat es vol fer reflexionar l'alumnat sobre la idea de regulació en la natura, i com l'aigua d'un riu fa el procés d'autodepuració dels residus naturals. Reflexionar sobre què pot passar si es trenca l'equilibri, tant per causes naturals (pluges en excés), com per accions humanes (abocaments excessius de residus).

A partir del treball dels conceptes equilibri/desequilibri, podem introduir el concepte de límit, com a punt a partir del qual la natura, ella sola, no es pot tornar a equilibrar. En aquest sentit, és força interessant el vídeo *L'aigua*, concretament l'apartat 02 "*L'aigua contaminada*" (13 min.) dels Serveis de Cultura Popular.

També volem que expliquin d'on ve l'aigua que arriba a casa seva. I, per tant, que reflexionin sobre l'efecte bumerang, ja que tot allò que es llança i contamina l'aigua del riu, després va a parar a les nostres pròpies cases o a les d'altres persones que viuen més avall del curs del riu. A partir d'aquí, es pot fer una introducció del concepte de solidaritat, en aquest cas entre pobles que utilitzen el mateix riu per aconseguir l'aigua potable.

6.2 L'aigua que gastem

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció i estructuració del concepte d'aigua com a bé escàs, a través del treball del càlcul de l'aigua que gastem a casa. També s'introdueix l'actitud d'estalviar aigua.

Hem vist en l'activitat 2 que d'aigua continental i fàcilment accessible n'hi ha molt poca al nostre planeta i també que està distribuïda de manera desigual. Malgrat tot, a les nostres cases gastem grans quantitats d'aigua.

Les primeres preguntes serveixen per arribar a fer un càlcul aproximat de l'aigua que s'utilitza a casa cada mes, i també el consum d'aigua anual de la població. Després compararem les prediccions amb un rebut real de l'aigua. Per poder interpretar el rebut, el nostre alumnat ha de conèixer l'equivalència: $1\text{m}^3 = 1.000$ litres d'aigua. És important que els càlculs que hi ha en aquesta activitat es facin amb cura. Per això es pot comptar amb l'ajuda del professor o professora de Matemàtiques.

Abans de fer la pregunta 6, fóra bo que coneguessin que la mitjana de consum d'aigua a Europa és de 160 litres per persona i per dia, i que la mitjana de consum a l'Àfrica és de 10 litres per persona i dia (aproximadament 1 dipòsit de WC).

Si es vol aprofundir més sobre aquestes idees d'escassetat i desigual distribució de l'aigua, es poden treballar diferents articles que apareixen regularment als mitjans de comunicació.

6.3 Com embrutem l'aigua a casa?

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció del concepte de contaminació domèstica. És interessant constatar que la majoria del nostre alumnat no dóna gaire importància a la contaminació domèstica. Per això hem centrat aquesta activitat a veure com contaminem l'aigua a casa, i més concretament en relació amb els productes de neteja personal. Ens assegurarem, abans de començar la classe, de tenir etiquetes i envasos de diferents articles que s'utilitzen en la neteja personal. (Els poden portar les noies i els nois de casa.)

La primera activitat serà fixar-nos en el tipus d'informació que proporcionen les etiquetes i els envasos.

Els bronzejadors "sense sol", els depiladors químics, els enduridors d'ungles... són exemples que ens mostren la gran diversificació de la indústria cosmètica, branca econòmicament molt important de la indústria química.

Els productes per al bany i la dutxa representen la part més important de la indústria cosmètica. Així els gels, les cremes, les locions, els sabons líquids i altres productes han augmentat considerablement en els últims deu anys.

Tot això ha comportat més contaminació de les aigües i del nostre entorn.

Els colorants i aromatitzants són normalment innecessaris i representen un perill per a la pell. Tots els productes químics que s'utilitzen en el bany haurien de portar la llista dels seus components, per saber els tipus de contaminants que estem utilitzant. També haurien d'informar dels possibles perills per a la salut, especialment quan es barregen. Les pastilles de sabó normals contenen sals sòdiques d'àcids grassos. No contenen agents conservants i sovint són tintades amb colorants alimentaris. Els gels i sabons líquids contenen tensioactius sintètics, dissolvents i agents conservants. La majoria estan perfumats i acolorits amb productes altament contaminants.

Els xampús contenen tensioactius sintètics i productes conservants. Els banys d'escuma contenen tensioactius encara més contaminants, per les substàncies olioses que porten incorporades, que els gels o xampús normals. Les pastes dentífrícies contenen principalment sals minerals, però també contenen fins a un 2% de substàncies que faciliten la bromera (substàncies tensioactives) i del 0,1% al 0,2% de compostos fluorats.

La majoria de desodorants contenen agents bactericides dissolts en alcohol en el cas dels esprais. Aquests productes poden causar al·lèrgies en persones sensibles, ja que són compostos clorats. Els perfums, els desodorants líquids, els *after-shave* i les locions capil·lars contenen, com a conservant, més d'un 20% d'alcohol. Aquest contingut pot ser un problema per a pells molt seques.

6.4 Balanç ecològic entre una pastilla de sabó i una ampolla de sabó líquid per a les mans

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació. Demanarem al nostre alumnat que faci un balanç ecològic entre una pastilla de sabó i una ampolla de sabó líquid per a les mans.

Diverses comprovacions indiquen que, a igualtat de pes, una pastilla de sabó dura tres vegades més que un sabó líquid per a les mans. Per tant, el balanç ecològic simple el faran entre una pastilla de sabó i tres sabons líquids, cada un del mateix pes que la pastilla.

Tenint en compte aquestes informacions, analitzaran les dades sobre contaminants, embalatge i preus. Cal fer adonar el nostre alumnat que forma part del col·lectiu humà que estem gastant amb molta rapidesa les reserves del planeta. I també que són elements actius en la creació del seu propi entorn.

L'actitud més important que cal treballar és que s'adonin de la importància de la reflexió prèvia a l'acció. Per tant, la decisió de compra també ha de ser reflexiva, tenint en compte com pot afectar el medi.

7. L'aigua no és aigua

7.1 Totes les "aigües" són iguals?

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració i d'introducció del concepte d'aigua pura a través de la diferenciació de l'aigua com a substància pura d'altres "aigües". La nostra intenció és utilitzar l'aigua pura, com a model per a totes les altres substàncies pures.

Les primeres qüestions són per conèixer les idees de l'alumnat entorn al concepte de l'aigua com a substància pura. El treball amb les etiquetes ens permet introduir la idea que totes les "aigües" no són iguals, són dissolucions, no són substàncies pures. Es pot utilitzar qualsevol etiqueta que portin els nois i noies, com ara la següent:



7.2 L'aigua com a substància pura

Es fa la destil·lació de l'aigua de l'aixeta. Quan es parli d'aigua destil·lada, cal remarcar que el nom indica el resultat d'un procediment de laboratori: la destil·lació. Cal treballar amb una bona quantitat d'aigua de l'aixeta, més d'1 l, per arribar a obtenir residus. En aquest cas es pot muntar l'aparell de destil·lació, tenir-lo en funcionament durant tot un matí i observar els residus l'endemà. També es pot fer afegint alguna sal a l'aigua, per exemple sulfat de coure (II), dir-ho a l'alumnat i acabar la destil·lació en una sola sessió.

S'aprofita l'aigua destil·lada que s'obté per analitzar les propietats de l'aigua pura: color, olor, sabor i densitat. És el moment de confeccionar la fitxa de l'aigua destil·lada tal com havíem fet amb les substàncies que teníem en el crèdit *Els materials*. Es pot aprofitar per comentar que l'aigua pura es va utilitzar com a patró, com a valor unitari, per establir l'escala de mesura de la massa, 1 kg, a partir del que pesava el volum unitari d'1 l d'aigua. La unitat de mesura de la densitat, 1 g/cm³, de la capacitat calorífica, 1 caloria.

En la pregunta 9, l'alumnat després de comentar la diferència entre una aigua pura i una dissolució aquosa, fa un resum de les seves idees sobre l'aigua com a "substància pura", es fa la posada en comú i s'intenta que la definició col·lectiva reculli els aspectes següents:

L'aigua pura, no té res dissolt, és l'aigua destil·lada

És la que s'utilitza per a les planxes de vapor, per a les bateries dels cotxes o per preparar dissolucions al laboratori... però no aporta sals a les persones.

L'aigua pura no té color, ni olor, ni gust, i unes propietats característiques que permeten distingir-la de les altres "aigües". Una de les propietats característiques de l'aigua pura, com de totes les substàncies pures, és la densitat

Les tres últimes preguntes corresponen a la fase d'estructuració del concepte de substància pura, un cop treballada la idea de l'aigua com a substància pura. Es tracta de fer una primera aproximació al concepte de substància pura, que es reprendrà en el crèdit *Sistemes químics*, a partir de la idea de l'aigua pura. També volem treballar la diferència de significat del terme en el llenguatge quotidià i en el llenguatge científic. Es pot començar obrint una discussió a classe, a través de les preguntes sobre el que entén l'alumnat per substància pura, i quan podem dir que una substància és pura. Probablement sortiran les expressions "llet pura de vaca" o "pura lana verge". És el moment de parlar de la diferència entre el llenguatge de cada dia i el llenguatge científic.

Es tracta d'arribar a una primera aproximació al concepte de substància pura que primer es farà per grups i després al conjunt de la classe.

Tant en aquesta activitat com en les següents es demana a l'alumnat que escrigui petits textos científics de resum o de síntesi sobre allò que ja saben o el que estem estudiant. Per tant, seria un bon moment per introduir o fer-los construir una base d'orientació sobre la "realització d'un text científic". Ja sabeu que si és la primera vegada els la podem donar feta i explicar com es construeix i com s'utilitza. I si ja n'han fet d'altres, que la construeixin ells mateixos.

En tot cas, podem usar com a base d'orientació de referència, la següent adaptada de Jean Veslin (1988):

CATEGORIA: realització d'un text

SUBCATEGORIA: realització d'un text científic

Comprendre bé quin és el tema que es demana

Fer un esquema o guió del que volem escriure, en què quedin clars els diferents apartats de què parlem

Si es tracta només d'una descripció de fenòmens, fer una llista

Si es tracta d'un text descriptiu/interpretatiu, assenyalar en l'esquema si hi ha una part de descripció i una altra d'interpretació basades en conceptes científics

Indicar en l'esquema si hi ha una part de descripció i una altra d'interpretació basades en un model

Posar títol al text

Ordenar el text en parts coherents que tinguin un començament i un final coherents

Redactar el text amb frases completes posant-hi connexions entre les frases, respectant les normes gramaticals (subjecte, verb i complement)

Assegurar-se que hi ha una introducció al text i una conclusió

7.3 Totes les “aigües” bullen o gelen a la mateixa temperatura?

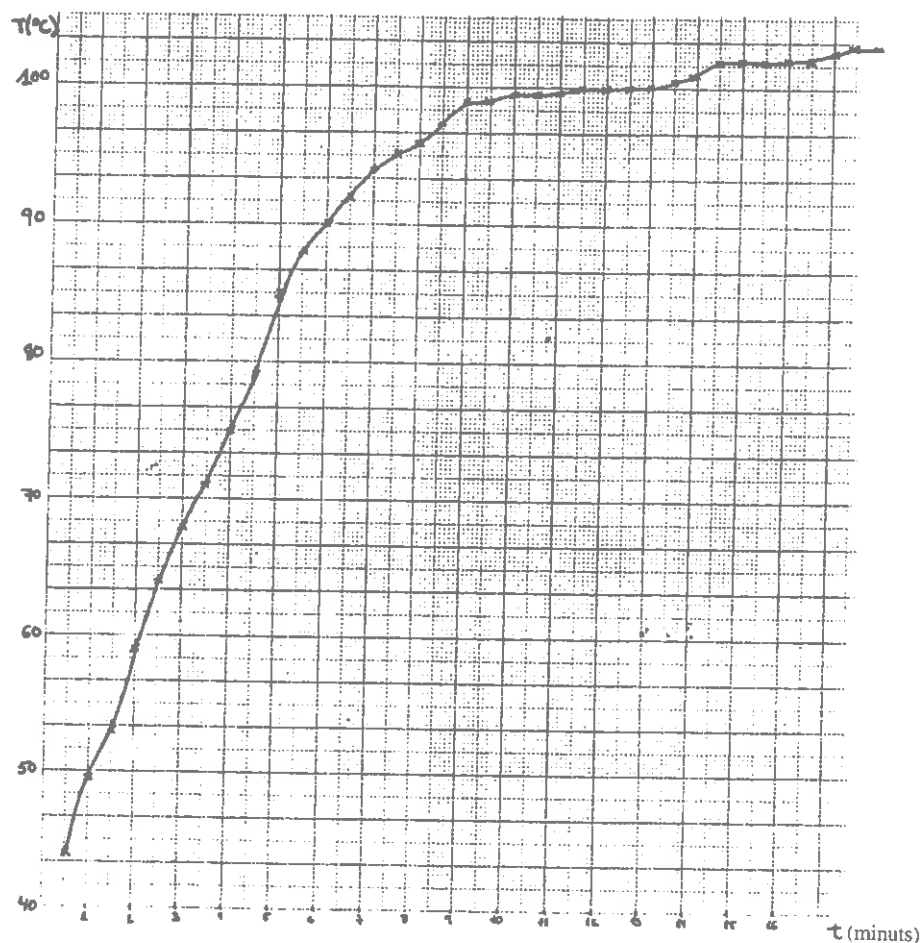
Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació del concepte de substància pura, i d'introducció de les propietats característiques de les substàncies pures en els canvis d'estat d'agregació. Per identificar una substància pura, es proposa fer-ho per comparació d'una propietat d'una dissolució amb la d'una substància pura. Es pretén que l'alumnat sàpiga que les substàncies pures canvien d'estat a temperatura constant, i que les dissolucions ho fan a temperatura no constant, prenen l'aigua destil·lada com a model o referència per a les substàncies pures.

Experiment 1. La temperatura d'ebullició de l'aigua pura

La qüestió relativa a com fem bullir l'aigua a la cuina, escrita en el material de suport de l'alumnat, pot servir d'estratègia motivacional, en cas que sigui una pregunta que interessi l'alumnat, i a través de les seves respostes podrem saber quines són les seves idees entorn a aquests temes.

A continuació es passa a realitzar l'experiència que té caràcter inductiu en què intentem convèncer l'alumnat que la temperatura d'ebullició de l'aigua pura és una propietat característica que ens permet distingir una substància pura d'una dissolució. Amb la taula de valors, han de realitzar la construcció i la interpretació d'un gràfic. Per tal de fer-ho amb cura es pot plantejar de fer el tractament de dades, la construcció i la interpretació del gràfic en col·laboració amb la classe de matemàtiques. També pot ser interessant que l'alumnat disposi d'una base d'orientació. En aquest punt, haurien de ser autònoms en la construcció de la base. Per tant, haurien de construir la base d'orientació: poden fer-la per grups i intercanviar-les, per tal de poder fer després una valoració de les diferents bases construïdes. El professorat pot utilitzar com a referència la que hi ha a continuació.

En el gràfic de l'aigua destil·lada, la temperatura es manté constant entorn als 100°C i no canvi mentre dura l'ebullició, en canvi, la dissolució comença l'ebullició més enllà dels 100 176°C i no es manté constant mentre dura el canvi d'estat, tal com es pot veure en el gràfic adjunt corresponent a l'experiment següent.



Experiment 2. La temperatura d'ebullició d'una dissolució aquosa

En el cas de les dissolucions de clorur de calci que han de ser fetes amb una quantitat diferent per a cada grup (la solubilitat del clorur de calci és de $159 \text{ g}/100\text{cm}^3$ a $100 \text{ }^\circ\text{C}$, per tant, s'hi poden posar de 6 cullerades en amunt), no totes les solucions comencen a bullir a $100 \text{ }^\circ\text{C}$, sinó que ho fan a més temperatura, i a més la temperatura no es manté constant durant l'ebullició. Cal remarcar que la part important de l'experiment fa referència a l'observació del fet que la temperatura d'ebullició és constant o variable mentre dura el canvi d'estat, i no fa referència al cronometratge.

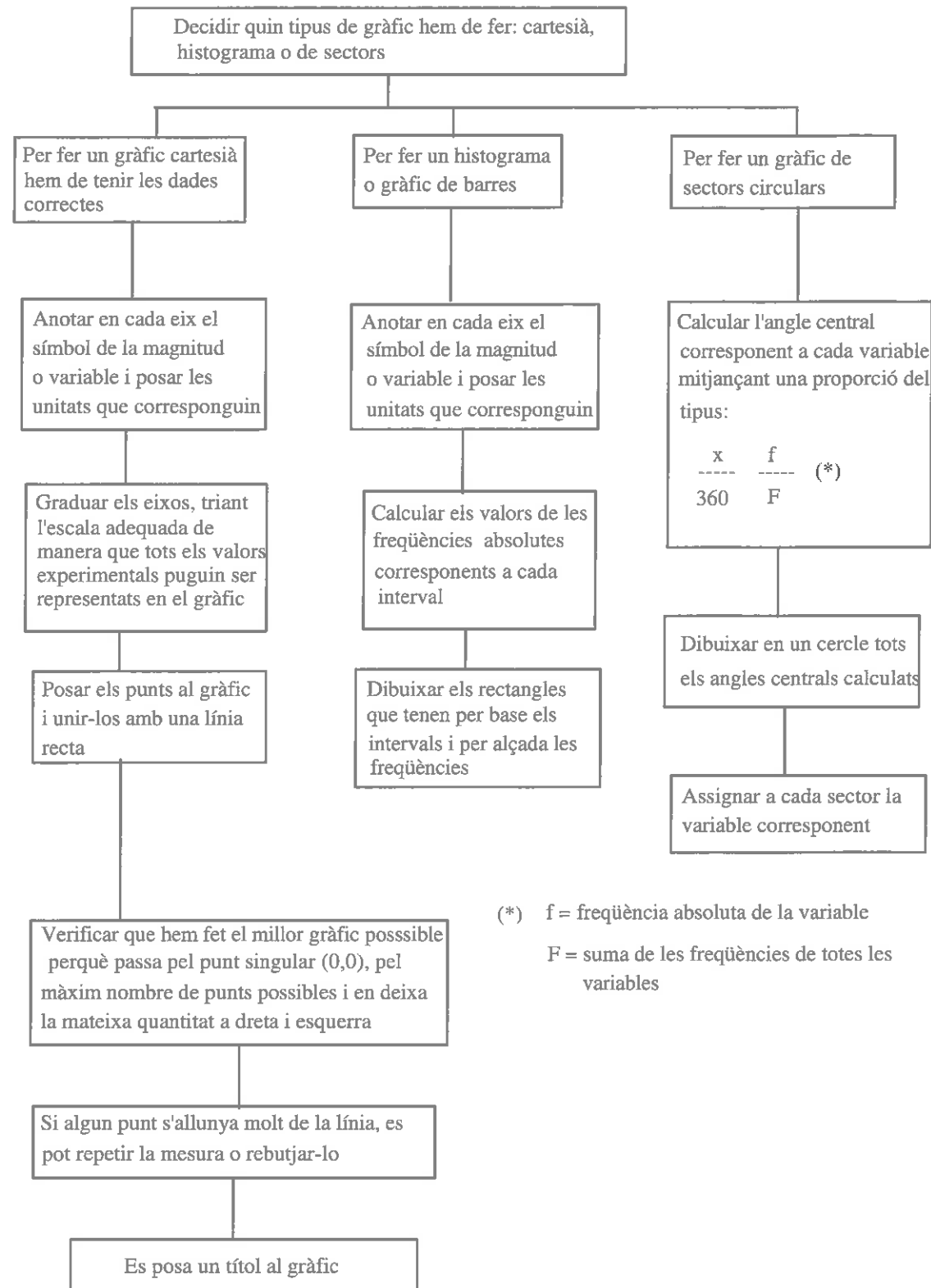
Després d'haver fet els gràfics, volem interpretar el que hem vist amb el model de partícules. Així, en la pregunta 3, es relaciona el fet que cada substància té una temperatura d'ebullició diferent amb el fet que les partícules de cada substància són de mida diferent i que les distàncies entre elles també són diferents.

Un cop feta l'experiència, es proposa de construir la V heurística. El professorat trobarà a l'annex 4, al final de l'apartat d'avaluació, un model de referència. La prova experimental que proposem per afirmar això és que tots els grups obtindran la temperatura d'ebullició de l'aigua pura al voltant dels $100 \text{ }^\circ\text{C}$ i que la temperatura es mantindrà constant mentre l'aigua estigui bullint.

Per tal de resumir el que fem en aquest experiment, l'alumnat pot construir una base d'orientació sobre les diferències entre una substància pura i una dissolució, o bé dit d'una altra manera: classificar les "aigües" en dissolucions aquoses i aigua pura. Podeu trobar una base de referència a la pàgina següent, que hem adaptat de Neus Sanmartí.

CATEGORIA: construcció

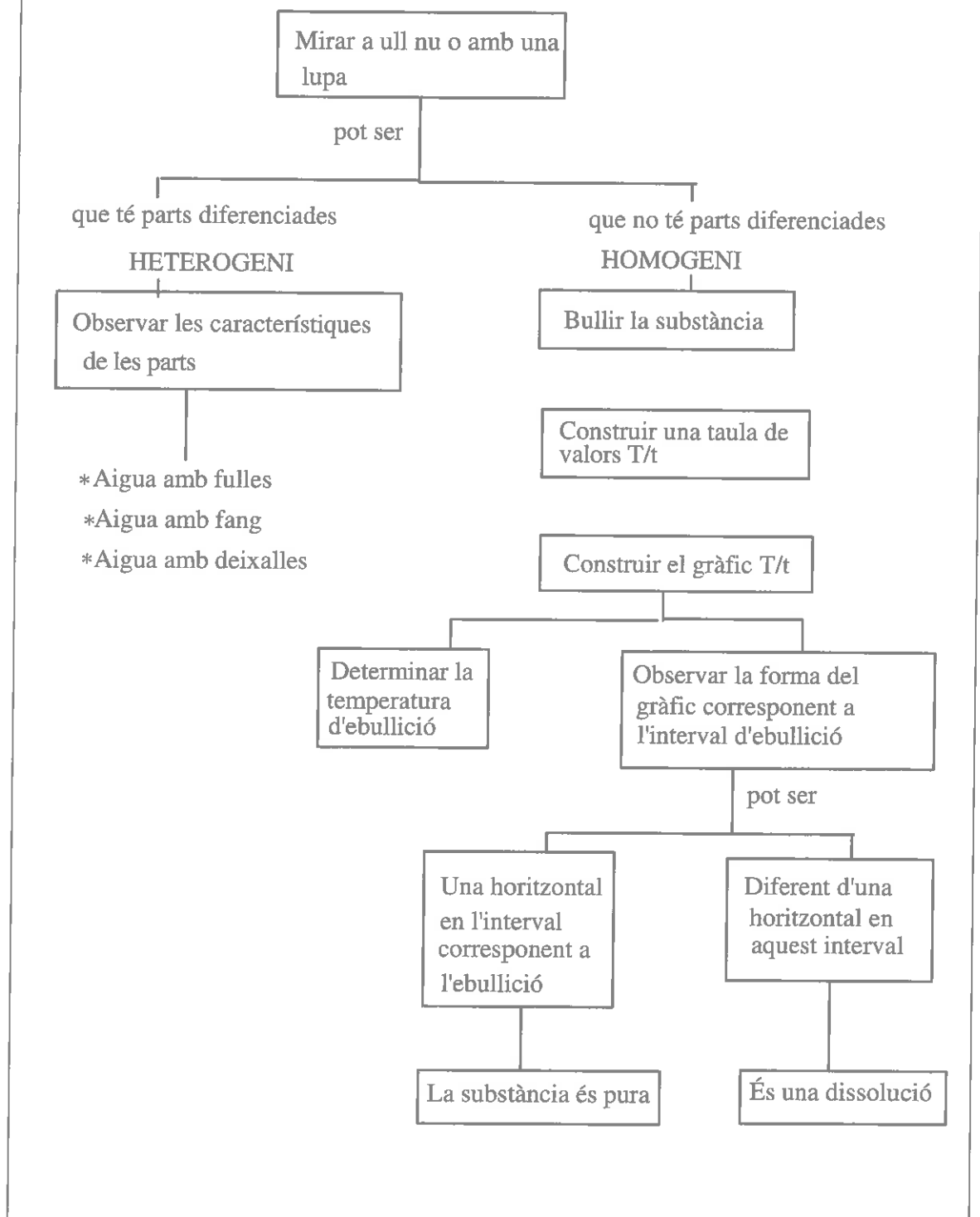
SUBCATEGORIA: construcció d'un gràfic



ACTIVITAT: classificació

CATEGORIA: classificació de solucions aquoses

ACCIONS



Experiment 3. La temperatura de congelació

Es tracta de congelar aigua destil·lada i aigua amb sal per veure una altra diferència en el comportament d'una substància pura respecte d'una dissolució en un canvi d'estat. Es recomana de fer les dues congelacions al mateix temps per anar més ràpids. En la congelació de l'aigua, es diu explícitament que cal treure l'aigua de la nevera al cap de dues hores i mitja, perquè si és un vas petit, d'uns 50 ml, encara no està congelada del tot i es pot mesurar la temperatura amb el termòmetre. Per tal de tenir-ho a punt en el moment de la classe, es pot deixar preparat al matí, a primera hora a la nevera.

En cas que hi hagi dificultats per realitzar l'experiment a causa de problemes d'horari, es pot encarregar a un grup de la classe que ho faci i expliqui els resultats obtinguts.

En l'anàlisi i comunicació dels resultats dels tres experiments, en la pregunta 1, plantejem el canvi d'estat a la inversa, el pas de vapor a líquid que no sempre és evident per a l'alumnat.

Finalment proposem fer el resum del comportament de l'aigua pura i de les dissolucions aquoses en els canvis d'estat:

L'aigua pura bull, gela, es fon i es condensa sempre a unes temperatures determinades, i la temperatura es manté constant durant el canvi d'estat. Mentre duri el canvi, el material no canvia.

Un a dissolució aquosa bull, gela, es fon i es condensa a temperatura diferent segons la quantitat de material dissolt, i la temperatura va variant durant el canvi d'estat. Mentre duri el canvi, van variant les propietats del material.

8. Els canvis d'estat d'agregació

8.1 Canvis d'estats d'agregació

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació sobre els canvis d'estat, i és també de síntesi sobre els canvis d'estat d'agregació i les seves característiques, tant pel que fa a l'intercanvi energètic com a la interpretació del que succeeix basant-se en el model de partícules.

En aquesta activitat s'amplia el model de partícules que ja havíem introduït en el crèdit *Els materials*; allà havíem parlat d'àtoms com les partícules més senzilles i ara introduïm el concepte de molècula. Les molècules són diferents per a cada material, més grans o més petites. Per tant, necessiten una quantitat d'energia diferent per fer el canvi d'estat.

En una mateixa substància, com ara l'aigua, totes les molècules són iguals. Cal prestar atenció al fet que l'alumnat no parli de partícules diferents en el gel, el vapor o l'aigua. Canvia l'estat d'agregació del material i la distància entre partícules, però les partícules, en aquest cas les molècules d'aigua, són les mateixes. Cal remarcar que *molècula* no és sinònim de *partícula*.

En la pregunta 3 volem que quedi clar que tots els materials no es presenten en els tres estats d'agregació, en un interval curt de temperatura, per exemple el diamant, la porcellana, el quars, el caolí, el ciment, la fusta, el vidre... Els materials que sí que es presenten en els tres estats d'agregació són: l'aigua, el sofre, el iode, l'oxigen, el diòxid de carboni, la sílice, l'oli, l'alcohol (encara que costa molt congelar-lo), el clor i molts gasos. Si ve al cas, es pot explicitar que la majoria de substàncies de l'escorça terrestre no estan formades per molècules.

La pregunta 4 és una bona oportunitat per insistir en la diferència entre els fets que estudiem, els canvis d'estat d'agregació, i l'explicació que ens proporciona el model teòric que utilitzem. Les partícules o les molècules no canvien d'estat, són els materials, com l'aigua, els que canvien d'estat d'agregació. Més tard, en l'activitat 12, de síntesi sobre el model de partícules, reprendrem aquestes idees.

Experiment. Quina diferència hi ha entre el gel i l'aigua?

Continuem en la fase d'aplicació dels canvis d'estat, en la mesura en què es treballa la conservació de la massa en un canvi d'estat. Però també correspon a la introducció de l'augment de volum anòmal en el canvi d'estat d'aigua líquida a gel.

En la pregunta 3 volem comprovar que la massa es conserva abans i després de la congelació i que vegin que el nombre de partícules és el mateix en l'aigua líquida i en el gel. En canvi, el volum del gel és superior al de l'aigua líquida, ja que les partícules del gel tenen una disposició tridimensional que ocupa més espai. Finalment, volem comparar la densitat del gel amb la de l'aigua líquida.

Com a activitat d'ampliació per al sector de l'alumnat que vagi més avançat, i que hagi entès l'empenta dels líquids sobre els sòlids submergits en ells, es pot realitzar l'observació d'un glaçó que flota en aigua líquida, i intentar explicar el manteniment del nivell d'aigua quan el glaçó es fon.

Entre els exercicis hi ha una pregunta, que diem que és una pregunta amb trampa, en què volem insistir en les semblances i diferències entre els tres estats d'agregació de l'aigua. La pregunta és poc precisa perquè l'aigua renta només si és líquida.

A tall de resum es proposa completar un quadre com el següent, treballant per grups o fent un mural entre tota la classe.

DE A	SÓLID	LÍQUID	GAS
SÓLID		FUSIÓ	SUBLIMACIÓ PROGRESSIVA
LÍQUID	SOLIDIFICACIÓ		VAPORITZACIÓ
GAS	SUBLIMACIÓ REGRESSIVA	LIQÜEFACCIÓ PROGRESSIVA	

8.2 La meteorització de les roques

La primera activitat d'aquest apartat pretén enllaçar amb l'activitat anterior i aplicar en un context diferent el concepte introduït de l'augment de volum de l'aigua quan passa de l'estat líquid al sòlid.

Tal com és d'esperar, la bola que ha estat al congelador està esquerdada. Aquest fet ens dóna pas a l'activitat següent, ja que un tros de roca ple d'esquerdes s'altera amb més facilitat i més ràpidament que una roca llisa i sòlida, ja que no solament la roca esquerdada és més fràgil, sinó que la superfície exposada a la meteorització és més gran.

En la fotografia que presentem s'aprecien roques molt trencades i la qüestió que ens formulem és: com s'ha pogut produir aquest fenomen?

L'aigua de pluja infiltrada en les fractures de les roques produïdes per pressions internes en les mateixes, es congela, augmenta de volum i fa una acció de falca en l'esquerda. A mesura que avança el temps i el fenomen es repeteix, l'esquerda es va fent més gran fins que es trenca.

Aquesta desfeta de les roques en superfície s'anomena *meteorització*. La meteorització de les roques està relacionada amb el clima local. La seva acció és més intensa en climes extrems, en què les diferències de temperatura durant el dia són molt acusades. És freqüent veure al peu de les muntanyes acumulacions de fragments de roques, esbaldregalls, que s'han trencat al cim, cauen i s'acumulen a baix.

La meteorització actua en tota la superfície de la Terra que està en contacte amb l'atmosfera. Un dels resultats de la seva acció és la formació d'un mantell d'esbaldregalls sobre el qual es desenvolupa la vegetació i el sòl dels conreus, però té altres efectes devastadors sobre les obres humanes, imposant-los una limitació a la longevitat. El desgast de les pedres d'alguns monuments, especialment en zones de climes humits, o l'alteració de les estructures metàl·liques de moltes obres recents, vaixells, cotxes, etc., són exemples coneguts per a tothom.

8.3 Els oceans perden aigua?

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció de les diferències entre l'ebullició i l'evaporació. Anomenem ebullició el canvi d'estat d'agregació, el pas de líquid a gas que es produeix a una determinada temperatura; en el cas de l'aigua, això es produeix a 100 °C i a una atmosfera de pressió. S'anomena evaporació o vaporització el canvi d'estat d'agregació, el pas de líquid a gas que succeeix a qualsevol temperatura.

Aquesta és una activitat complementària, no és imprescindible de fer per treballar els continguts bàsics del crèdit i es pot proposar al sector de l'alumnat que acabi més ràpid que els altres.

Es planteja com un problema obert perquè l'alumnat dissenyi una experiència que permeti analitzar quins factors influeixen en la velocitat d'evaporació de l'aigua. Una proposta possible és: agafar recipients de superfícies o obertures diferents i posar-hi a tots 200 ml d'aigua. Deixar-los destapats en un lloc de la classe o laboratori, de manera que no entri res estrany a dins i que hi toqui el sol. Observar la seva evolució a mesura que va passant el temps.

Aquesta activitat es podria ampliar amb la realització de cristallitzacions (per exemple, deixant evaporar solucions concentrades de sal, sulfat de coure, hidrogenfosfat d'amoni).

8.4 Les plantes perden aigua?

Aquesta activitat és una aplicació del concepte de canvi d'estat i una introducció al concepte de **transpiració**. En els vegetals, les pèrdues d'aigua no es produeixen exclusivament per evaporació, ja que aquesta pot ser controlada i regulada. Per això parlarem de transpiració en els vegetals.

En aquesta activitat el que farem serà:

1. Presentar el concepte de transpiració (**experiment 1**).
2. Donar una experiència ja feta amb les corresponents dades perquè l'alumnat faci la reflexió i la interpretació de les dades (**experiment 2**).
3. Presentar amb un text les diferents adaptacions de les plantes a la pèrdua d'aigua (**experiment 3**).
4. Reflexionar sobre les modificacions de les fulles per reduir l'evapotranspiració (**experiment 4**).

Experiment 1

En aquesta experiència es pretén evidenciar el fenomen de la transpiració vegetal; és a dir, la pèrdua d'aigua a través de les fulles.

Creiem que en aquest moment no cal parlar encara a l'alumnat dels estomes.

Experiment 2

A causa dels problemes que sovint planteja el muntatge d'un potòmetre (aparell per mesurar les pèrdues d'aigua d'una planta per transpiració), proposem fer que els alumnes interpretin i reflexionin sobre les dades obtingudes en una experiència ja feta. Amb aquesta activitat l'alumnat comprovarà que unes plantes perden més aigua que altres.

HEURA	ml	ml/ cm ²
Dia	74,307	0,28
Setmana	520,128	196
Any	27122,055	102,27

MARFULL	ml	ml/cm ²
Dia	26,4	0,081265
Setmana	184,8	0,568855
Any	9609,6	29,58

Si és possible aconseguir fulles d'heura i de marfull, seria interessant que els alumnes les observin i descriguin. A continuació es demanarà que expliquin per què el marfull transpira menys que l'heura, tractant que entenguin que les característiques morfològiques de la fulla ajuden a disminuir la transpiració (les fulles del marfull són més gruixudes i fortes que les de l'heura, que són molt més tendres, també són brillants a causa de la presència de ceres impermeabilitzants).

Si no es poden aconseguir aquestes fulles, proposem passar directament a la lectura del text següent, en què poden assolir també aquest objectiu.

Experiment 3

A través de la lectura del text i de les respostes al qüestionari ens proposem fer una reflexió sobre quines són les principals adaptacions de les plantes a la pèrdua d'aigua. És un bon complement per fer després de l'activitat anterior.

Experiment 4

Les modificacions de les fulles poden fer referència a la seva fisiologia, disposició i morfologia. Convé centrar el treball de l'apartat b) en els dos darrers aspectes, especialment en la morfologia foliar, perquè és el més fàcil de contrastar experimentalment.

A continuació, recordem algunes de les adaptacions que presenten les fulles per reduir l'evapotranspiració:

- Fulles en disposició paral·lela als raigs solars.
- Làmina foliar recoberta de pèls a la fulla, que estableixen espais d'aire en calma que redueixen el dèficit de saturació i, per tant, l'evapotranspiració.
- Relació de la superfície foliar en relació amb el volum total de la planta. Això s'aconsegueix a partir de diferents estratègies:
 - despreniment de fulles en èpoques de sequera,
 - reducció del nombre de fulles,
 - reducció de la mida del limbe foliar,
 - enrotllament del limbe,
 - transformació de les fulles en espines, i
 - atròfia de les fulles.

Convé estimular la imaginació dels alumnes per tal que surti una llista d'hipotètiques adaptacions el més complet possible. Pot donar-se el cas que els alumnes proposin adaptacions desconegudes per al professor, però això no li treu el valor com a hipòtesi, ni impedeix comprovar-ne experimentalment la validesa.

El professor haurà de supervisar cadascun dels dissenys experimentals i procurar en cada cas:

- aclarir l'objectiu de l'experiència,
- valorar l'adequació dels models proposats, i
- valorar la coherència de la metodologia proposada.

Aconsellem que en l'experimentació se simuli el limbe foliar amb un tros de paper de filtre i que la quantitat d'aigua que s'ha d'evaporar es fixi i es mesuri amb un comptagotes.

A continuació, es representen alguns dels models que es poden utilitzar en les experiències.



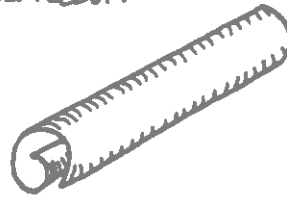
MODEL DE FULLA "NORMAL"
(TROS DE PAPER DE FILTRE)



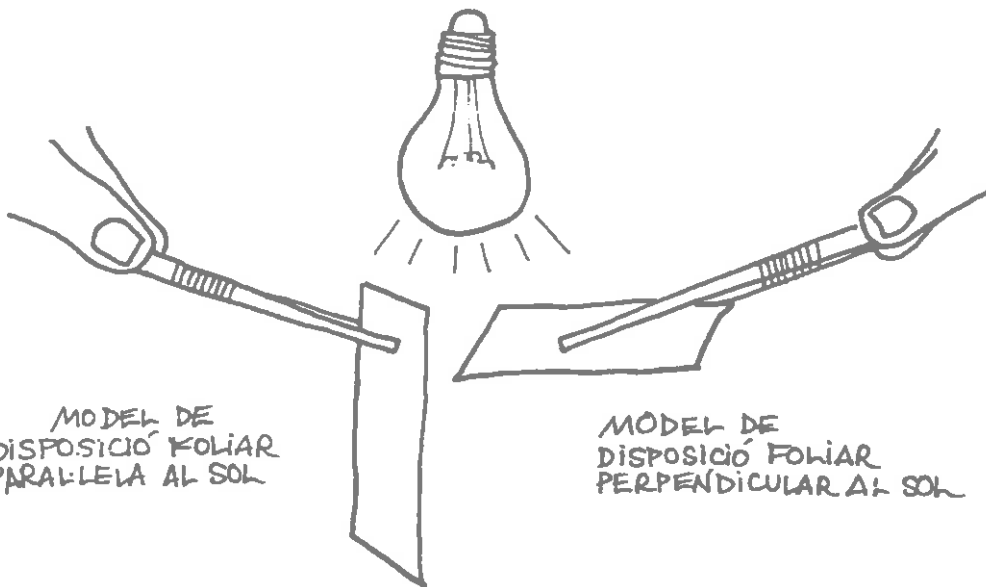
MODEL DE FULLA
AMB LIMBE REDUÏT



MODEL DE FULLA
AMB CUTÍCULA IMPERMEABLE
(TROS DE PAPER DE FILTRE COBERT
AMB UNA TIRA DE LINTA ADHESIVA)



MODEL DE FULLA
AMB LIMBE CARGOLAT
(TROS DE PAPER DE
FILTRE CARGOLAT)



MODEL DE
DISPOSICIÓ FOLIAR
PARALLELA AL SOL

MODEL DE
DISPOSICIÓ FOLIAR
PERPENDICULAR AL SOL

9. El cicle de l'aigua

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació dels diferents conceptes introduïts i és, al mateix temps, una síntesi del conjunt del crèdit.

En la primera part es veu el vídeo *El cicle de l'aigua* del Departament d'Ensenyament, de 14 min. de durada, i després l'alumnat respon el qüestionari. El vídeo té problemes amb l'esquema que proposa del cicle de l'aigua, ja que s'ha comprovat que l'alumnat pensa que només s'evapora l'aigua del mar i que només plou sobre les muntanyes. Per això valdrà la pena des del principi insistir en aquest punt utilitzant l'esquema que hi ha en la informació complementària, en l'activitat 1. "Història d'una gota d'aigua".

A partir de la visualització del vídeo *El cicle de l'aigua*, les respostes al qüestionari ajuden a conèixer les idees de l'alumnat.

En la segona part de l'activitat, a tall de resum, quan l'alumnat respongui les preguntes, hauria de ser capaç d'explicar que l'aigua que torna a l'atmosfera no prové només de l'evaporació de les grans masses d'aigua, sinó també, i en una part molt important, de la transpiració dels vegetals.

Tindrem en compte que la pregunta 2 de la segona part caldrà guardar-la per a l'avaluació.

Per acabar de comentar aquest fet, afegim en aquesta guia la lectura *La devastació de l'Amazònia*, per discutir-la amb l'alumnat. Aquesta lectura també es pot utilitzar com a activitat complementària d'ampliació.

LA DEVASTACIÓ DE L'AMAZÒNIA

José Lutzemberg

El bosc amazònic, com altres vegetacions humides d'arreu del món, pateix un alt índex d'evapotranspiració (1).

L'espessa massa d'arbres que hi ha en aquests boscos fa que no tota l'aigua de la pluja arribi a terra. L'aigua de la pluja que no arriba a terra i que mulla la vegetació alta torna al cap de poc temps a l'atmosfera en forma de vapor d'aigua. Una part molt important de la que arriba a terra és absorbida per les plantes i retorna a l'atmosfera en forma de vapor, per la transpiració dels vegetals, en un termini de 48 a 72 hores.

Com a conseqüència d'aquest elevat índex d'evapotranspiració es desencadena un gran fenomen meteorològic que afecta gran part de l'hemisferi nord del planeta. L'aigua que s'evapora de l'oceà Atlàntic és transportada pels vents alisis (2) fins a la part oriental d'Amazònia, sobre la qual cauen fortes pluges, i gran part d'aquesta aigua, com ja hem dit, retorna a l'atmosfera. La pluviometria, doncs, és molt abundant a l'Amazònia, de 3.000 mm a 5.000 mm cada any (3). L'evapotranspiració forma més núvols i el procés es repeteix un altre cop (4). S'ha comprovat que des de la costa atlàntica fins als Andes, l'aigua ha pujat i baixat entre cinc i set vegades.

En el continent americà, quan les masses d'aire arriben als Andes, una part travessa la serralada i una altra part es desvia cap al nord, junt amb el volum d'aire produït per l'evapotranspiració als boscos amazònics, i arriba fins a Europa. Les regions del nord i centre d'Europa depenen en gran mesura del fenomen meteorològic que es produeix al continent americà.

L'Amazònia és comparable a un gran aparell de reciclatge de l'aigua i l'evapotranspiració de la massa vegetal d'aquests boscos manté en circulació moltíssima aigua. La desforestació de part de l'Amazònia oriental fa que plougui menys, ja que l'escalfor que s'irradia des del sol evita la condensació del vapor d'aigua atmosfèric.

Les darreres estimacions indiquen que s'ha destruït un 15% de la superfície de la selva amazònica. Si arribéssim a l'extrem de fer desaparèixer el bosc, l'absència de vegetació anul·laria el procés d'evapotranspiració, amb la qual cosa l'energia solar tornaria a l'atmosfera, ja que no hi hauria ni arbres ni plantes que la retinguessin. És possible que quan ja hàgim destruït un 30% o un 40% del bosc, el procés natural de pluges-circulació-transpiració es desequilibri i el bosc es col·lapsi.

(1) La suma de l'evaporació del sòl i la transpiració dels vegetals en un territori determinat.

(2) Els vents alisis del nord es formen al nord-oest de la zona tropical de l'oceà Atlàntic (al voltant de les Canàries) i recorren el mar fins al sud-est de la zona equatorial on s'eleven cap a la zona de la Guayana.

(3) La mesura de mm de pluja és equivalent a la de litres/metre².

(4) En el nostre país, la pluviositat és força variable, però no arriba a aquests nivells: a les zones d'alta muntanya, la pluviositat anual és d'uns 1.500 mm, mentre que a les zones interiors de baixa pluviositat és de 300 a 500 mm.

Barcelona	600 mm
Girona	800 mm
Tarragona	475 mm
Lleida	350 mm
Olot	1.025 mm
Vielha	920 mm

Imagina que si plugués 3.000 mm és com si caigués aigua fins a l'alçada de 3 metres. La pluviositat mundial varia des de 5.000 mm en la zona equatorial, a menys de 30 mm en les zones desèrtiques.

Qüestions

1. Busca en un mapa de pluviositat mundial on se situen les zones d'alta pluviositat.

2. En un mapa mut de la Terra, pinta de verd la zona de l'Amazònia i indica els moviments d'aigua amb els vents indicats en el text.

10. Qualitat de l'aigua: actituds que cal tenir en compte

10.1 L'autodepuració de l'aigua

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció d'alguns procediments, com ara la filtració i la cloració; i d'aplicació d'altres, com ara la dissolució i la sedimentació. També introduïm els conceptes i actituds treballats en l'activitat anterior: depuració, potabilització, contaminació i solidaritat.

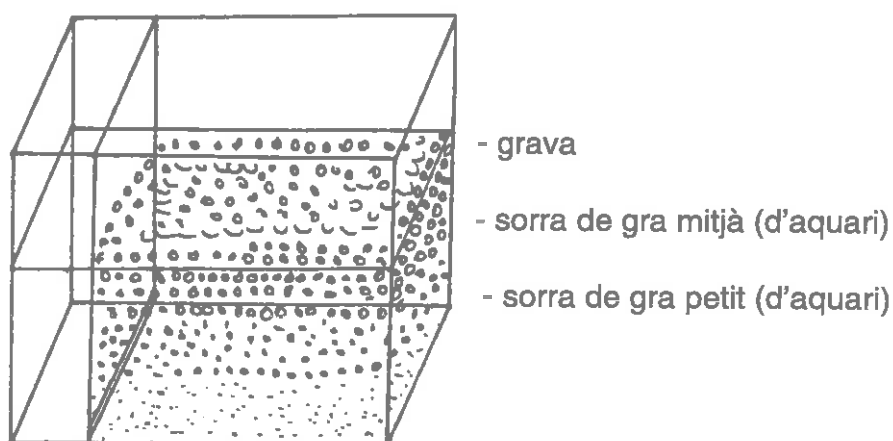
• Muntatge de la maqueta d'autodepuració

La maqueta consta de dues parts separades per una placa mòbil. Una part simula un riu, llac o mar i, l'altra, un relleu terrestre.

La placa mòbil es pot recolzar sobre unes petites peces de metacrilat, segons quina sigui la mida de la sorra utilitzada. Quan les sorres que utilitzem siguin de mides grosses, posarem les peces que donen una distància major entre la placa i el fons. Per a la sorra que es dóna amb el *kit*, cal utilitzar la peça que dóna menys obertura.

El relleu és format per sorra de dues mides diferents (de platja i d'aquari) i per grava, de manera que ocupin volums iguals i que quedi lliure aproximadament un terç de la maqueta.

La disposició de la sorra és la següent:



Per preparar la maqueta, col·loquem la placa de separació recolzada sobre la peça que doni l'obertura més petita. A continuació, col·loquem la sorra sobre el fons de l'aquari, començant per la que fa un gra més petit i continuant per la que fa un gra més gros (vegeu figura).

Sobre la sorra hi aboquem aigua sense que arribi a sortir a la superfície, fins que faltin uns cinc centímetres.

La maqueta s'ha de preparar un dia abans d'utilitzar-la perquè es dipositin totes les partícules que puguin quedar en suspensió.

Amb aquesta activitat es pretén simular com actua el sòl sobre l'aigua i observar els residus que porta, tant si són naturals com humans.

Experiència 1

En un vas de precipitats, preparem una mescla de 400 cm d'aigua amb argila, fulles seques i sal de cuina; l'aboquem a la maqueta i, després, continuem afegint aigua fins que sobresurti uns quatre centímetres de la sorra.

Una vegada realitzada l'experiència, s'observa com l'aigua es filtra i es neteja de tot menys de sal (producte que podem trobar al sòl).

Experiència 2

Preparem 400 cm³ d'aigua amb arròs, oli de cotxe, colorant (verd de malaquita) i sabó líquid, i actuem com en l'experiència anterior.

Per abocar aquesta mescla podem fer dues coses, afegir-la a la maqueta tal com ha quedat en l'experiència 1 o bé buidar-la i repetir la preparació de la maqueta. La primera opció és la més pràctica i ràpida.

En aquesta experiència es veu que si els residus són massa abundants o si els éssers humans afegim materials que el sòl no pot retenir (productes industrial que es dissolen en aigua, o productes procedents de les ciutats), l'aigua queda contaminada i molts dels productes afegits són difícils d'eliminar.

En ambdues experiències es pot actuar en dues direccions:

a) **Abocar les mescles sobre la sorra fent veure que plou**, per veure què passa amb els residus que hi han al sòl.

b) **Abocar les mescles a dins el dipòsit per veure què passa** quan aboquem residus a un riu o al mar.

• L'autodepuració de l'aigua

Amb aquestes dues experiències es pretén visualitzar els conceptes que hem començat a explorar en activitats anteriors. Ho fem amb l'ajut de la maqueta del relleu. Mentre l'alumnat s'espera per veure els resultats, és molt important que pensin hipòtesis sobre el que passarà, i que ho expliquin per escrit.

D'aquesta manera, és més fàcil que, davant de prediccions incorrectes, l'alumnat s'interessi per saber exactament el que ha passat. I per un altre cantó, les prediccions correctes queden reforçades. Si cal, es pot tapar la maqueta mentre escriuen les prediccions.

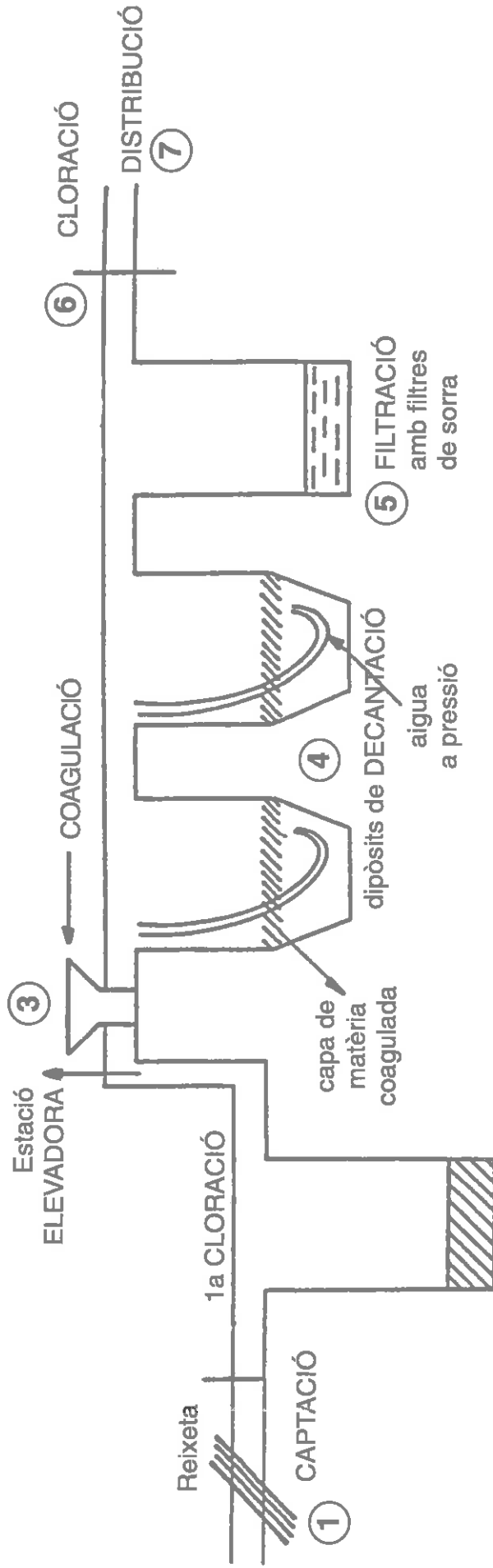
Utilitzarem aquestes experiències per introduir nous procediments i recordar-ne d'altres:

- Dissolució: barreja d'aigua amb partícules molt petites que no veiem i que costa molt treure de l'aigua.
- Filtració: procés d'eliminació de partícules d'una mida determinada, depenent del filtre i de les partícules que s'han de filtrar; en la maqueta, la filtració depèn de la mida de les partícules de les sorres i les graves.
- Sedimentació: es deixa reposar l'aigua perquè les partícules sòlides més petites vagin cap al fons del dipòsit sense sorres de la maqueta.
- Cloració: procés d'addició d'un desinfectant que elimini els microorganismes perjudicials.

El treball de discussió de les experiències podem fer-lo en grups d'uns quatre o cinc alumnes. En finalitzar l'activitat, els alumnes han de poder definir les característiques següents:

- Aigua depurada: aigua neta encara que no sigui potable, perquè no està totalment desinfectada.
- Aigua contaminada: aigua que porta altres substàncies diferents de les de la seva "composició habitual", que la fan no útil per al consum. (Cal recordar que aquestes substàncies també inclouen els microorganismes.)
- Aigua potable: aigua que es pot utilitzar de manera immediata per al consum humà.

ESQUEMA DEL PROCÉS DE DEPURACIÓ D'AIGUA SUPERFICIAL (Estació Sant Joan Despí del riu Llobregat)



Diferents parts del procés de DEPURACIÓ D'AIGUA

- 1 CAPTACIÓ
- 2 SEDIMENTACIÓ
- 3 COAGULACIÓ
- 4 DECANIACIÓ
- 5 FILTRACIÓ
- 6 CLORACIÓ
- 7 DISTRIBUCIÓ

10.2 Una estació potabilitzadora

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció dels conceptes de coagulació i floculació, i a la fase d'aplicació dels procediments, conceptes i actituds, com ara ser solidari amb altres països i no malgastar aigua, introduïts fins ara.

Amb aquesta activitat volem tornar a repassar tots els procediments que s'han estudiat fins ara, concretant quins poden ser útils i quins no per potabilitzar l'aigua d'un riu.

Caldrà introduir els conceptes de coagulació i floculació: procés d'aglutinació de partícules molt petites que es troben en suspensió a l'aigua. S'utilitzen normalment com a agents floculants el sulfat d'alumini $Al_2(SO_4)_3$ i l'hidròxid de calci $Ca(OH)_2$.

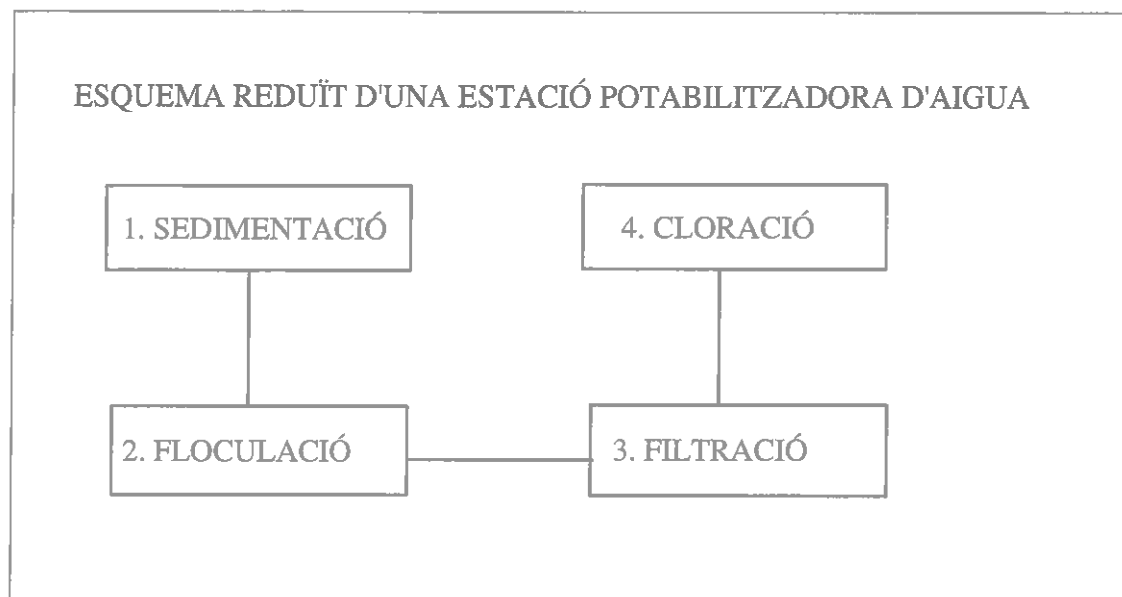
Com a mètode de treball, seria interessant que en primer lloc fessin un esquema dels procediments que utilitzarien per potabilitzar l'aigua.

L'esquema complet és el següent:

1. FILTRACIÓ GROSSA
2. PRIMERA CLORACIÓ
3. SEDIMENTACIÓ
4. FLOCULACIÓ
5. DECANTACIÓ
6. FILTRACIÓ FINA AMB SORRES
7. CLORACIÓ

En aquest nivell, n'hi haurà prou que el nostre alumnat entengui la primera cloració i la cloració com el procediment d'afegir una substància desinfectant, a l'aigua, per eliminar els microorganismes perjudicials.

Abans de fer el dibuix que planteja l'activitat, l'alumnat hauria de veure l'esquema d'una estació potabilitzadora. Segons el nivell de l'alumnat, es pot mostrar l'esquema de l'estació potabilitzadora de Sant Joan Despí que s'adjunta, o bé l'esquema reduït següent:



Ha de quedar clar que, perquè una estació potabilitzadora funcioni, cal energia, i que, com més consum d'aigua, més aigua s'ha de potabilitzar i més energia s'ha d'utilitzar.

Per tant, l'aigua potable és un bé car.

La carta "el carro grande" serveix perquè els alumnes coneguin el tractament de l'aigua en una altra situació.

És interessant que s'adonin de quines maneres podem assegurar-nos que l'aigua neta és també potable, en cas d'epidèmies o per altres motius: com "cura" l'aigua el pare de la Inés; cloració de piscines i parcs aquàtics, rentar a l'estiu les verdures amb unes gotes de lleixiu.

10.3 L'aigua que surt de casa

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació dels conceptes i actituds introduïdes: ús de l'aigua, contaminació domèstica, estalvi d'aigua, depuració i contaminació límit.

Hem analitzat la nostra contribució personal a la contaminació de les aigües que surten de casa nostra, i la manera d'intentar disminuir-la.

Ara caldrà que pensem què en fem d'aquestes aigües. Vagin on vagin, produiran contaminació, o bé dels rius o bé del mar.

La majoria del nostre alumnat pensa que amb les depuradores el problema queda solucionat. En part és cert, però també s'han d'analitzar les inversions econòmiques i d'energia que necessiten tant les estacions depuradores com les potabilitzadores per poder funcionar.

En aquest punt pot ser interessant reflexionar que per obtenir energia elèctrica s'utilitza en part el petroli. A més, en el transport d'aquest petroli amb vaixells, sovint es produeixen accidents, provocant les mareas negres i la greu contaminació marina que representen.

Les mateixes reflexions que hem fet sobre autodepuració dels rius, el límit i la contaminació, caldrà fer-les també respecte de l'autodepuració dels mars, el límit i la contaminació marina.

En acabar el bloc 10 podem tornar a passar el qüestionari d'actituds que hem inclòs en l'annex 2, per veure si s'han modificat.

III. Reprenem els models

11. L'aigua, medi de vida

Aquesta activitat comença amb un text que ens ha semblat prou suggeridor del tema que ens proposem treballar.

En la fase d'exploració, volem saber quines idees té l'alumnat sobre si la forma dels peixos facilita el seu desplaçament dins l'aigua. També volem saber què saben sobre el problema de la flotabilitat. Al final d'aquest apartat s'adjunten les xarxes corresponents a aquestes dues qüestions.

En la fase d'introducció de conceptes proposem fer la dissecció d'un peix, per conèixer la seva anatomia interna i externa i relacionar-la amb les funcions que fa, continuant amb la idea ja exposada en el primer crèdit dels éssers vius que qualsevol estructura és suport d'alguna funció determinada.

• Anatomia externa

En l'estudi de l'anatomia externa pretenem que a més a més del coneixement dels principals trets morfològics del peix, sàpiguen relacionar la forma de fus dels peixos amb la seva adaptabilitat al medi aquàtic. No volem entrar en cap tipus de consideració físico-química sobre les propietats dels fluids, serà suficient i interessant que relacionin la forma de fus amb l'eficàcia de molts peixos nedadors, ja que els permet reduir el fregament de l'aigua. La presència d'escates amb substàncies mucoses contribueix també a reduir aquest fregament.

En la qüestió en què es planteja quins trets comuns tenen el tauró i la tonyina, voldríem destacar-ne els següents:

- un cos compacte, immensament muscular i semblant al casc d'una nau aèria;
- una cua prima amb una quilla a cada costat, i
- una aleta caudal en forma de falç o mitja lluna.

• Anatomia interna

Recomanem que utilitzeu per a la dissecció, peixos com el sorell o la truita de riu, ja que tots dos tenen bufeta natatòria i la dissecció és fàcil i clara. En l'estudi dels òrgans interns, volem destacar els aspectes següents:

- que identifiquin els òrgans que hi ha en el dibuix amb els del peix real tenint en compte que els dibuixos són esquemes de la realitat;
- que en una primera aproximació relacionin els òrgans que reconeixen amb la funció que fan (volem dir que els classifiquin com a òrgans de nutrició, relació o reproducció);

- el paper que fa la bufeta natatòria en el manteniment de la flotació (vegeu l'apartat: *la bufeta natatòria, un petit globus dins el peix*);
- respiració de l'oxigen dissolt en l'aigua (vegeu l'apartat: *quin aire respiren els peixos?*).

En aquest apartat aprofitarem per treballar proporcions a propòsit del contingut d'oxigen en l'aigua i en l'aire.

* La bufeta natatòria, un petit globus dins el peix

Els peixos i també els submarins tenen la capacitat de regular el seu pes específic, és a dir, l'igualen a l'empenta que exerceix l'aigua sobre ells per mantenir-se en un determinat nivell, i l'alteren per pujar o baixar dins l'aigua.

A qualsevol fondària, els peixos han de pesar el mateix que l'aigua que desallotgen, si es volen mantenir sense pujar ni baixar. Per aconseguir-ho, els peixos han desenvolupat un poderós sistema a través d'un sac ple de gas, que s'anomena *bufeta natatòria*.

En un peix, la bufeta natatòria serveix per compensar, en cada moment i situació, l'acció de la força-pes del seu cos amb l'empenta produïda per l'aigua que desplaça. En llenguatge quotidià, aquest fenomen s'expressa: "un peix dins l'aigua no pesa".

Els peixos que es mantenen en equilibri dins l'aigua tenen la densitat del seu cos igual al medi que els envolta. Si la densitat del peix fos més petita flotaria, si fos més gran s'enfonsaria. La bufeta natatòria és precisament l'òrgan a partir del qual regulen aquest fenomen quan es produeixen desplaçaments des de la superfície fins al fons o viceversa.

La capacitat de la bufeta natatòria d'un peix és del 5-7% del seu volum corporal (varia aquest valor si és una espècie marina o d'aigua continental). Idealment, la bufeta natatòria s'ha de mantenir inflada a aquest volum i a una pressió igual a la de l'aigua que l'envolta.

Suposem que un peix que hem situat a 10 m de fondària no pogués controlar el volum de la seva bufeta. Aleshores aquest òrgan s'expandiria en pujar el peix a la superfície (ja que la pressió hidrostàtica és menor) i es comprimiria quan baixés a profunditats més grans (ja que la pressió hidrostàtica és més gran).

Per tal de que el volum de la bufeta es mantingui constant, és necessari un mecanisme de regulació que eviti que aquesta es dilati o es comprimeixi. Aquest procés de regulació té lloc a partir d'una expansió especial de la bufeta que té molts capil·lars sanguinis de tal manera que, quan la bufeta té tendència a dilatar-se, en pujar el peix a la superfície, gasos de la bufeta es difonen cap a la sang dels capil·lars, i així el volum de la bufeta roman constant.

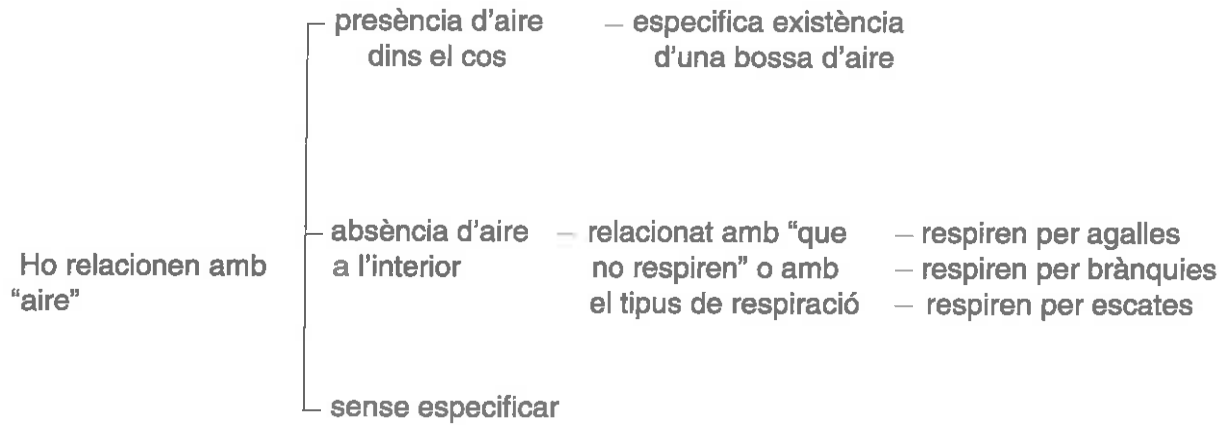
La situació s'inverteix quan el peix se summergeix a més profunditat, la bufeta tendria a comprimir-se tenint en compte la major pressió que hi ha. Per tal d'evitar-ho, oxigen de la sang, captat per les brànquies, es difon cap a la bufeta dels de la xarxa de capil·-

lars que irriuen l'esmentada expansió especial de la bufeta. Així es manté el volum d'aquesta constant.

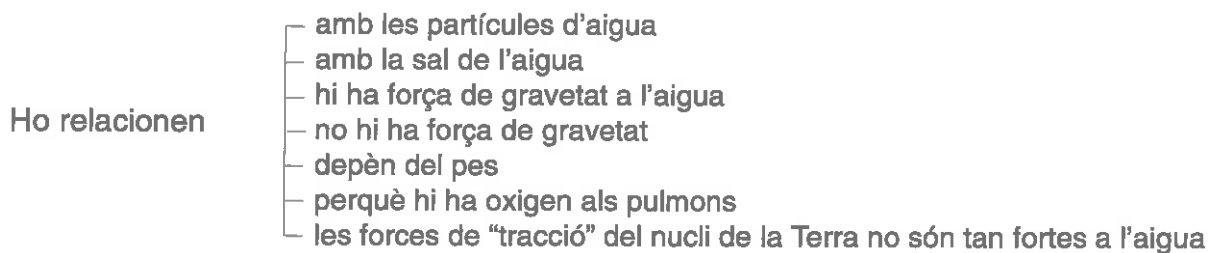
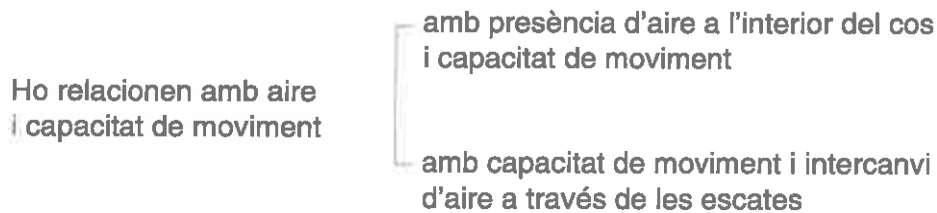
Les aigües continentals tenen menys densitat que les aigües marines. En conseqüència, com que la densitat dels teixits és sempre la mateixa, per tal que la relació entre la massa i el volum global del peix sigui menor, els peixos de les aigües continentals tenen la bufeta natatòria més gran que els peixos que viuen al mar.

En relació amb la similitud que hi ha entre un vaixell i un peix pel que fa als materials de que estan fets, podríem comparar els materials de construcció dels vaixells amb els teixits del peix (ambdós són materials densos) i el volum d'aire que queda contingut en un vaixell, el podríem relacionar amb la bufeta natatòria del peix. És així com un i altre aconsegueixen igualar la seva densitat amb la del medi.

• Per què creus que s'aguanten els peixos dins l'aigua?



Ho relacionen amb la presència d'escates, aletes, cua... capacitat de moviment



• Creus que la forma que tenen els peixos els ajuda a nedar millor?

- Fan referència a la presència: d'aletes, cua, escates
 - especifiquen el paper de les aletes
 - no l'especifiquen

- Fan referència a la forma d'aletes, cua, escates
 - especifiquen que la forma "talla" l'aigua (són més hidrodinàmics)
 - si "fossin quadrats", no avançarien

- Fan referència a les dues característiques anteriors a la vegada
 - especifiquen el paper de les aletes i la cua
 - especifiquen que l'aigua "passa més ràpid pel seu cos"
 - no especifiquen el paper de les aletes i la cua

- Altres
 - són com fletxes i van més ràpids

- No contesten

12. L'aigua modela el paisatge

Aquesta activitat pretén ser una aplicació del concepte de dissolució estudiat anteriorment. Però per comprendre la importància de la dissolució en el modelatge del paisatge és necessari introduir altres conceptes com són els d'erosió, transport i sedimentació, que introduïrem mitjançant una simulació amb una maqueta.

L'objectiu d'aquesta activitat és estudiar un "fet": l'aigua modela el paisatge. Per fer-ho us proposem utilitzar un model que simula aigua corrent amb sorres que són arrossegades i dipositades per aquesta aigua.

Abans de fer el muntatge i l'estudi de la maqueta, creiem necessari apropar l'alumnat a l'esmentat "fet". Per això us suggerim mostrar-los una petita col·lecció de postals que il·lustrin diferents paisatges que han estat produïts principalment per a l'acció de l'aigua i en particular de l'aigua corrent (deixem per a estudis posteriors el modelatge del paisatge per altres tipus d'aigües com el mar, els llacs, el glaç, etc.).

• Aspectes que cal tenir en compte respecte al muntatge de la maqueta

El muntatge d'aquesta maqueta és molt senzill, vegeu la figura de la plana següent. Només s'ha de posar un extrem del canaló a sobre d'un suport (una cadira per exemple) i l'altre a la cubeta de sedimentació tenint en compte que el pendent no sigui gaire exagerat.

La cubeta de sedimentació ha d'estar quasi plena d'aigua, donat que representa una conca natural de sedimentació (un mar o un llac) i l'aigua d'aquestes conques té un paper molt important en el procés de classificació dels materials aportats pels rius.

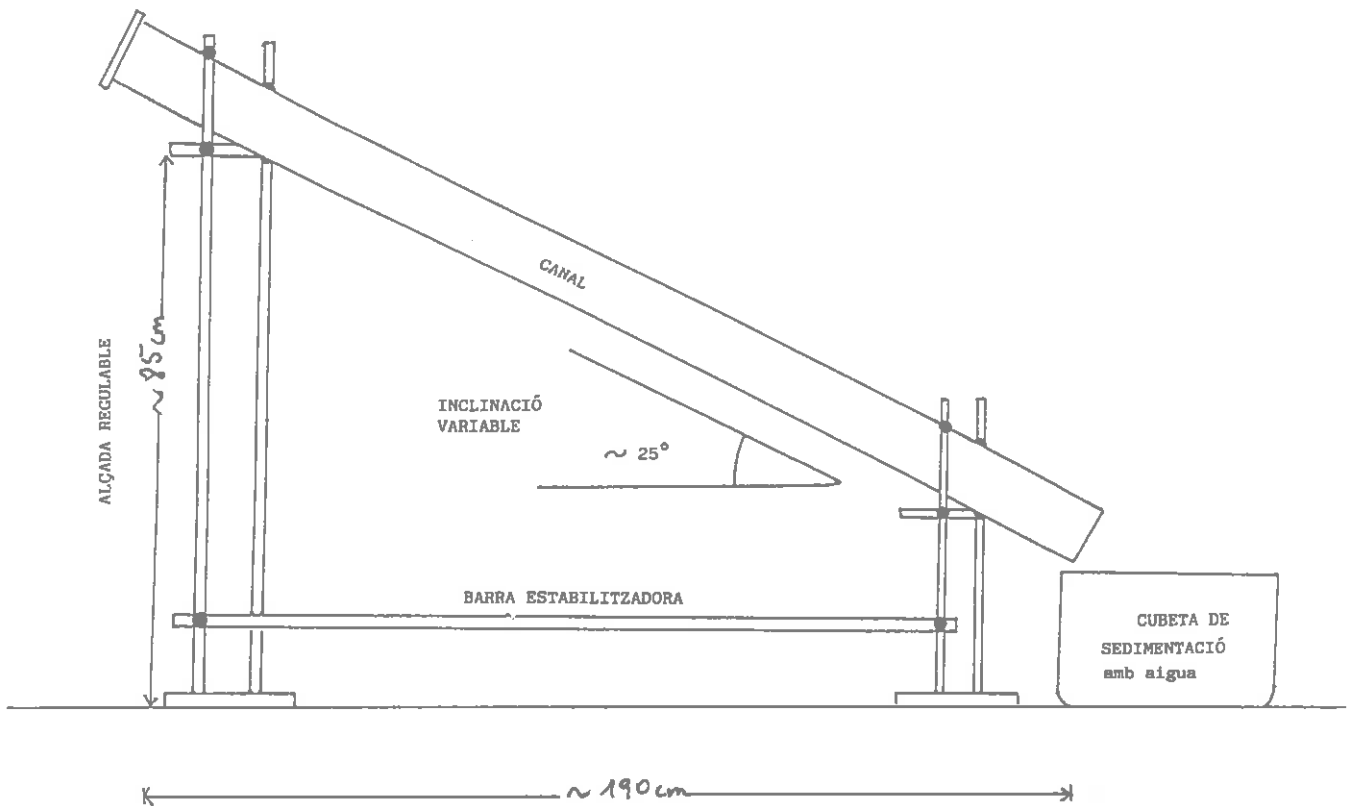
En l'extrem del canaló més allunyat de la cubeta es posa una barreja de diferents tipus de sorra (de mides de gra diferents) i argila. És molt important que hi hagi argila, ja que les seves partícules són molt més petites que les de qualsevol sorra, i tindran un comportament força diferent en la sedimentació. Una vegada col·locat el material en el canaló és convenient compactar-lo una mica, n'hi ha prou amb prémer una mica amb les mans.

A continuació tirarem aigua amb una regadora simulant la pluja. No s'ha de tirar l'aigua amb gaire força. L'aigua anirà rentant els materials i transportant-los a la cubeta. Reproduïm així l'efecte d'un riu. N'hi haurà prou amb tirar uns tres litres d'aigua i hem de procurar que no s'arrossequin tots els materials (és més útil per fer les observacions posteriors que quedin també grans de sorra a la part superior del canaló i també per poder comparar amb el muntatge amb vegetació).

Per comprovar l'efecte de la vegetació en l'erosió del paisatge, es recomana fer servir un tapís de moisa o de gespa amb les arrels que es posarà directament a sobre d'uns materials preparats com hem explicat abans.

És convenient tirar exactament el mateix volum d'aigua en els dos casos (en el muntatge amb gespa i en el sense gespa) i comparar posteriorment la quantitat de materials que queden sense arrossegar en els dos casos.

Per observar la sedimentació de materials s'ha d'esperar unes hores (o fins a la propera classe) donat que les argiles queden en suspensió i provoquen un enterboliment de l'aigua que impedeix la visió.



Experiment 1

En aquest experiment simulem el procés d'**erosió** que es produeix en l'escorça terrestre per efectes de l'aigua.

Entenem per **erosió** el fenomen a partir del qual uns materials de l'escorça terrestre són arrencats o eliminats d'un determinat indret per ser transportats a un altre de diferent. Aquest fenomen pot ser provocat per diferents agents geològics. Estudiem en aquest crèdit els efectes erosius produïts per l'aigua.

L'altre fet que pretén simular aquest experiment és el de la protecció que fa la vegetació en front de l'erosió. Això pot portar a discutir sobre un dels efectes que té la desforestació sobre l'augment de la capacitat erosiva que tenen els diferents agents geològics sobre els sòls. L'erosió dels sòls els fa més pobres i menys aptes per al restabliment de la vegetació, i així comença un fenomen, que avui és general en el nostre planeta, d'empobriment (desertització) dels sòls.

Hi ha altres formes de protecció dels sòls: bancals, gavions....

Experiment 2

En aquest segon experiment es pretén simular els processos de transport i sedimentació produïts per un corrent d'aigua.

1. Una de les idees que cal introduir és que *allò que pesa menys s'arrossega més lluny i el que pesa més es diposita abans perquè l'aigua no té prou energia cinètica per arrossegar-ho*. L'energia que té un corrent d'aigua s'utilitza per vèncer el fregament de l'aigua amb el llit del riu, també per transportar els sediments i a més els erosiona.

La capacitat de transport d'un corrent d'aigua és la quantitat de material que aquesta pot arrossegar per un cabal i a una velocitat determinat. Les variacions de cabal es produeixen durant les crescudes dels rius (riuades) i en conseqüència es modifica també la seva capacitat d'erosió i de transport.

Durant les crescudes, els rius transporten grans quantitats de sediments i els dipositen aigües avall. Les irregularitats del curs del riu, com que són els indrets on el curs es fa més estret o els esglaons provocats per roques dures del substrat, o pels mateixos sediments, donen lloc a increments de la velocitat del corrent i, per tant, de la capacitat d'erosió i transport.

Quan el riu perd velocitat, disminueix l'energia, sedimenta part del material que transporta produint un eixamplament del seu curs. Així, durant tot un curs fluvial es produeixen situacions successives d'erosió i sedimentació, i el resultat final és una atenuació en les irregularitats del seu curs.

2. L'altra idea important que cal introduir a partir d'aquest experiment de simulació és que els rius són agents modeladors del paisatge en el sentit que a través de les seves accions erosives i de transport modifiquen les formes del paisatge.

Les modificacions del paisatge es produeixen principalment per dos factors:

a) Els corrents d'aigua erosionen de manera diferent el paisatge. Per exemple, la vall produïda per l'acció de les glaceres té un fons molt més ampli que la vall produïda per l'acció de les torrenteres.

b) Les característiques pròpies del terreny com la naturalesa i la disposició de les roques també determinen formes diferents en el paisatge.

Tots aquests agents que modifiquen el paisatge, els corrents d'aigua i d'altres, s'anomenen *agents geològics*.

Finalment, l'actuació en cada cas d'un o altre tipus d'agent geològic ve condicionada pel clima, de manera que cada tipus de clima té un agent erosiu característic, sense voler dir que els altres en quedin exclosos.

Per tot això, el paisatge pot ser considerat com el resultat de l'acció d'uns agents erosius sobre un terreny amb factors o propietats característiques, amb una climatologia determinada i amb l'acció d'aquests agents al llarg del temps.

L'aigua corrent, els rius, exerceixen una acció selectiva sobre la càrrega que transporten, classifiquen els materials insolubles segons la massa que tenen. Les partícules més grosses (graves i sorres) constitueixen la càrrega de fons i s'arrosseguen per saltació, arrossegament o rodament. Les més fines (llims i argiles) constitueixen la càrrega que està en suspensió, que fa tèrboles les aigües, sobretot durant les crescudes. Els rius també porten materials en dissolució quan passen sobre substrats solubles (experiència 3). Aquesta càrrega en dissolució depèn de la solubilitat del substrat i de l'energia de la massa d'aigua.

La separació mecànica dels materials segons la mida fa que les argiles i les sals dissoltes siguin transportades amb certa rapidesa i a distàncies més grans, mentre que les graves i les sorres es desplacen lentament i recorren distàncies menors.

En el muntatge que es proposa en l'experiment, en la cubeta en què van a parar les sorres s'hi ha de veure aquesta disposició dels sediments. Els grans de sorra més grossos queden més a prop de la rampa i els més fins van més lluny.

És convenient utilitzar sorres de mides ben diferents perquè aquest fenomen sigui apreciable, tenint en compte que en la maqueta la rampa té una longitud limitada per qüestions d'espai i possibilitats reals de muntatge. Factors com el pendent i la longitud de la rampa, i la velocitat i quantitat d'aigua que s'hi tira són importants perquè es faci palès el fenomen de la sedimentació selectiva.

En l'experiment 3 les consideracions que cal fer són les mateixes que en l'experiència 2, tenint en compte que a les sorres s'afegeix una sal soluble per evidenciar el fenomen de la dissolució, ja que en el sediment no hi ha sal, només ens quedaran les sorres.

Els materials insolubles són erosionats i transportats per l'aigua i els solubles són dissolts. La sedimentació es produeix de manera selectiva d'acord amb el pes dels materials que es transporten. Tots aquests factors modelen i configuren els paisatges que veiem.

Es poden fer les V heurístiques de cada experiment que després usarem per a l'avaluació.

- **Interpretació dels resultats obtinguts en els experiments amb la maqueta**

Abans que res, cal aclarir que aquest és un experiment difícil d'interpretar. Succeeix tal com passen les coses en la natura i és molt difícil controlar exactament la força amb què es tira l'aigua, com es compacten els materials, etc. i, per tant, els resultats poden ser diferents. Hem de ser conscients que el que és important és poder donar explicacions raonables a allò que s'observa.

Tanmateix, les observacions generals que pràcticament segur que podrem fer són les següents: la major part dels sediments de mida grossa es dipositaran en la zona de la cubeta més pròxima a la desembocadura del "riu".

Es podrà observar també una classificació en la sedimentació, és a dir, els grans més grossos estaran majoritàriament a fons i menys dispersos per la cubeta.

Els materials més fins (argiles) resten més temps en suspensió i, per tant, sedimenten per tota la cubeta.

En els materials que no han estat arrossegats per l'aigua es podrà observar que també hi ha hagut una selecció, han quedat sense arrossegar els materials de gra de mida més gran. Pot ser convenient explicar aquí que això mateix és el que ha passat perquè es formi la muntanya de Montserrat; els materials més fins han estat arrossegats per l'aigua i només han quedat els de mida més gran (els conglomerats).

També es poden fer observacions al llarg del riu. Es pot observar, per exemple, que els materials fins queden dipositats a la vorera i els grossos queden al centre perquè als costats del riu és on normalment l'aigua té menys energia i només pot arrossegar materials fins.

Amb aquest experiment observem el transport de materials i el seu posterior dipòsit. Es pot explicar també que posteriorment es produirà una compactació d'aquests sediments i es formaran noves roques.

13. El model de partícules ens permet explicar el comportament de l'aigua

Aquesta és una activitat de síntesi de la interpretació dels diferents fenòmens segons el model de partícules. En el crèdit *Els materials*, activitat 26, ja havíem parlat dels àtoms com les partícules més senzilles. Ara es tractaria de reprendre la idea de molècula introduïda en aquest crèdit en l'activitat 4.3, i arribar a parlar de la molècula com una agrupació d'àtoms que cadascuna d'elles es comporta amb independència les unes de les altres.

FENOMEN	EXPLICACIÓ
L'evaporació dels oceans	L'oceà està format per una dissolució aquosa formada per molècules d'aigua i partícules de solut unides les unes amb les altres. A causa de l'energia solar, algunes molècules d'aigua de la superfície se separen i es forma vapor d'aigua. Les molècules que formen el vapor d'aigua no estan unides
La pèrdua d'aigua en les plantes	l'interior de les cèl·lules i als espais intercel·lulars hi ha una dissolució aquosa. A causa de l'energia solar, algunes molècules es poden separar, travessar les membranes i es forma vapor d'aigua, en què les molècules no estan unides. Tota l'energia transferida s'utilitza per separar les molècules (trencar els enllaços que les mantenen unides)
L'ebullició	Quan l'aigua bull, es forma aigua gas en tots els punts del líquid. A aquesta temperatura, la força del vapor d'aigua és la mateixa que la força de la pressió atmosfèrica
Diferència entre l'estructura de l'aigua líquida pura i una dissolució aquosa	L'aigua està formada per molècules iguals, unides, que es desplacen les unes respecte a les altres. Una dissolució aquosa, a més a més, té partícules de solut (el material dissolt). Les partícules i les molècules d'aigua estan unides però es desplacen
La temperatura constant d'una substància pura en l'ebullició	Tota l'energia transferida a la substància pura s'utilitza per separar les molècules (trencar els enllaços que les mantenen unides). Com que totes les molècules d'aigua líquida passen a gas, no es modifica la composició de l'aigua líquida
La diferència de temperatura d'ebullició entre la substància pura i la solució	En la dissolució, les molècules d'aigua estan també unides a les partícules de solut i per això cal escalfar-les més. A mesura que l'aigua líquida passa a gas, la dissolució queda més concentrada i cal escalfar-la més

<p>La congelació, la fusió</p>	<p>Aquests canvis d'estat d'agregació es produeixen perquè les molècules d'aigua formen nous enllaços o trenquen els que tenien. En la fusió cal transferir energia al gel per trencar els enllaços. En la congelació, l'aigua transfereix energia al medi en formar els nous enllaços. La temperatura es manté constant</p>
<p>Canvi de volum en la congelació</p>	<p>Generalment, quan s'estableixen nous enllaços entre partícules, el volum disminueix, però l'aigua té un comportament anòmal, un augment de volum que comporta una disminució de la densitat del gel respecte a l'aigua. Això permet la vida en mars i llacs molt freds, on la capa de gel fa d'aïllant tèrmic, mantenint la temperatura de l'aigua dins un interval en què és possible la vida</p>

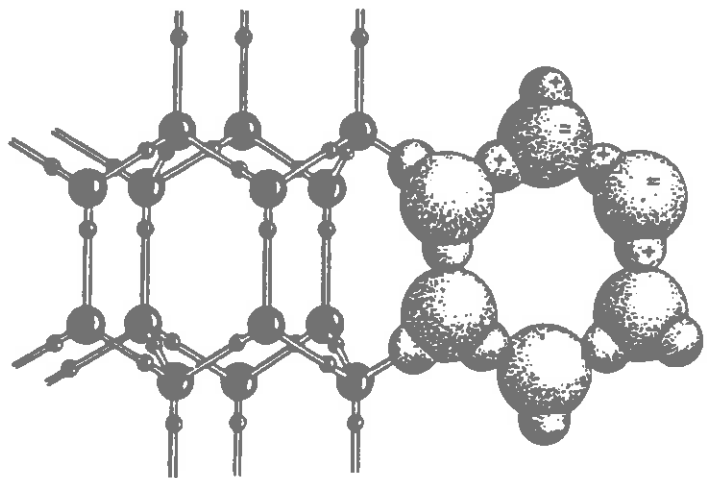


Fig. 16-2. Estructura del gel

13. Accions per millorar la utilització de l'aigua

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de tots els conceptes, procediments i actituds introduïts en les activitats anteriors.

En la primera part de l'activitat "*L'aigua a l'escola*", volem treballar les accions que generen els alumnes. Considerem que aquestes accions, per petites que siguin, són una peça fonamental en educació ambiental, ja que potencien totes les capacitats del nostre alumnat, tant des d'un punt de vista cognitiu, com afectiu i motriu. En aquesta activitat hi ha l'exemple d'una classe que ha decidit començar una campanya publicitària per millorar l'ús de l'aigua.

Cada classe ha de decidir quina acció vol portar a terme com a cloenda de qualsevol l'activitat.

Per tant, els exemples possibles poden ser molt variats:

- Muntar una exposició per a la classe, per al cicle, per a l'escola, per als pares i mares.
- Fer petites explicacions orals en altres classes.
- Organitzar enquestes per l'escola, el barri o la població.
- Filmar un vídeo.
- Fer un muntatge audiovisual.
- Fer un recull fotogràfic.
- Fer murals.
- Organitzar una campanya d'eslògans.
- Representar una obra de teatre de temàtica ecològica.
- Organitzar unes Jornades de Cinema Ecològic a l'escola.
- Realitzar treballs per crear petits hàbitats naturals en els recintes escolars.
- Organitzar un concurs literari amb aquesta temàtica.
- Escollir una possible sortida d'ampliació del tema...

En la realització d'aquestes accions, el més important és que ho hagi decidit i assumit el conjunt de la classe, i no que l'acció sigui més o menys complicada o difícil de portar a terme.

Si aconseguim planificar l'acció des de bon principi de tota l'activitat, tot el treball posterior es veurà beneficiat d'aquesta dinàmica.

En la segona part de l'activitat, "*Qualitat de l'aigua i actituds que cal tenir en compte*", en la primera pregunta ha de quedar clar que cal potabilitzar l'aigua abans d'utilitzar-la i que cal depurar-la després. L'alumnat ha de poder reflexionar que, tant si després hi ha altres cases o pobles, com si hi ha el mar o un altre riu, la contaminació és un problema a escala del planeta Terra.

La segona pregunta està plantejada en relació amb accions individuals, ja que pensem que moltes de les accions que ens poden proposar, per exemple, tancar l'aigua de la dutxa mentre m'ensabono el cap, només es convertiran en comportaments habituals si

són decisions lliures de cada persona i no perquè la família o el professorat ho digui o ho mani.

La tercera està plantejada en relació amb el canvi d'hàbits familiars, perquè encara que a aquestes edats el nostre alumnat no té independència econòmica, sí que pot influir amb els seus suggeriments el tipus de productes de neteja personal que és millor comprar.

14. Activitat final

En la primera part es proposa la realització d'una experiència oberta: com depurar l'aigua. Volem que tot l'alumnat individualment planifiqui i justifiqui el seu propi disseny de depuradora. La podem utilitzar per avaluar si l'alumnat sap utilitzar correctament algunes tècniques i processos que s'han introduït al llarg de tota la unitat.

Després es proposa la realització d'un mapa conceptual i una redacció de síntesi. El professorat pot usar el mapa conceptual de referència inclòs al començament de les orientacions per a la intervenció pedagògica.

8. Bibliografia i recursos didàctics

BOIXADERAS, NÚRIA i [al.] *Robinia*. Edit. Onda, 1985.

BUTTON, J. *Házte lo verde*. Redacción de Integral, 1990.

Dpt. Didàctica Ciències i Mat. 1989. *Elaboració d'instruments d'avaluació diagnòstica dels coneixements de CCEE UAB*.

ECO-CONSEIL. *Service d'information du WWF*. Document multicopiat. Suisse

El cycle de l'aigua. Àrea Metropolitana Barcelona. Entitat del medi ambient.

El mundo vegetal. Col. GT. Biblioteca Salvat.

Ensemble recuperons notre planète 1990. Centrale de l'enseignement du Québec.

LE BLANC, LONGET. *L'eau aujourd'hui*. Société suisse pour la protection de l'environnement, 1990.

O.C.U. Revista "Compra Maestra" (octubre, 1993).

Protocol CDE Ciències. *Visita a l'estació depuradora d'aigües del riu Llobregat*.

PUJOL, ROSA M.; SANMARTÍ, NEUS. *Barcelona i l'aigua*. Ajuntament de Barcelona, 1992.

SANMARTÍ, N.; JORBA, J. *L'avaluació, una peça clau pel dispositiu pedagògic*. Guix 182, 1991.

SEGARRA, DAVID. *El submarí. Navegar sota el mar*. Fundació Caixa de Pensions, 1986.

SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT. *Voyage au bout de l'eau*. Ginebra: Dpt. de l'Instruction Publique.

VESLIN, JEAN. *Quels textes scientifiques espere-t-on voir les élèves écrire?* Aster, 6. INRP Paris, 1988.

Relació de visites proposades per a aquest crèdit (es poden trobar els protocols per a aquestes visites al Centre de Documentació i Experimentació de Ciències).

- Visita a una estació depuradora
- Visita a una central hidroelèctrica
- Visita al Molí Paperer
- Estudi del delta del Llobregat
- Estudi d'una riera
- Xarxa de clavegueres de Barcelona
- Excursió a un balneari

Referència dels vídeos utilitzats durant el crèdit:

- *L'aigua*. Apartat 02 "L'aigua contaminada" (13 min.). Serveis de Cultura Popular.
- *El cicle de l'aigua* (14 min.). Produccions Enciclopèdia Britànica. Departament d'Ensenyament.

ANNEXOS

ANNEX 1

FORMULARI KPSI:

Per respondre aquestes qüestions posa un número a cadascuna de les preguntes segons sigui la teva resposta:

1. Si no en saps res, del que et demana la pregunta.
2. Si en saps alguna cosa.
3. Si la podries contestar bé.
4. Si la podries explicar a un amic o una amiga.

	DATA	DATA
1. Sabries explicar les diferències entre el gel, el vapor d'aigua i l'aigua líquida usant el model de partícules?		
2. Sabries explicar com es pot fer per diferenciar l'alcohol de l'aigua?		
3. Podries anomenar organismes que visquin en el medi aquàtic?		
4. Sabries explicar com ho fan els organismes per viure dins d'aigua?		
5. Sabries explicar per què és pitjor estar molts dies sense beure que no sense menjar?		

FORMULARI KPSI:

Per respondre aquestes qüestions posa un número a cadascuna de les preguntes segons sigui la teva resposta:

1. Si no en saps res, del que et demana la pregunta.
2. Si en saps alguna cosa.
3. Si la podries contestar bé.
4. Si la podries explicar a un amic o una amiga.

	DATA	DATA
1. Quina relació hi ha entre aigües contaminades i diarrees?		
2 Sabries explicar el paper de l'aigua en el modelatge del paisatge?		
3. Sabries explicar el paper dels vegetals en el cicle de l'aigua?		
4. Sabries dir per què el planeta Terra pot estar en perill, si les persones no vigilem la contaminació que produïm amb la nostra activitat humana?		
5. Sabries dir la diferència entre l'aigua destil·lada i l'aigua de l'aixeta?		
6. Podries explicar per què l'aigua de mar s'evapora sense bullir?		
7. Creus que a casa nostra contaminem l'aigua?		
8. Sabries explicar com podem contribuir a no malgastat l'aigua?		
9. Podries explicar si té alguna importància que l'aigua no estigui igualment repartida en el món?		

ANNEX 2

QÜESTIONARI D'ACTITUDS

A continuació hi ha una sèrie d'afirmacions. Marca amb una X, aquella de les quatre opcions que creguis més correcta en cada cas.

1. Contaminació de l'aigua

La contaminació de l'aigua és un fet greu, tothom ha de col·laborar i no llençar deixalles ni productes tòxics als rius, als mars o al vater.

A

La causa principal de la contaminació de l'aigua són les indústries. Aquestes haurien de pagar el cost de la depuració d'aigua

B

Només ens hem de preocupar de la potabilització de l'aigua que bevem. No és necessari preocupar-se per la depuració de les altres aigües

C

Hi ha altres problemes ambientals més importants que aquest. No és agradable beure aigua contaminada, però el risc per a la salut no és greu

D

2. Consum d'aigua

El problema del consum d'aigua només afecta els països que tenen poca aigua. Als països que tenim força aigua, això no ens ha de preocupar

A

Hi ha altres problemes ambientals més importants que aquest. El problema del consum d'aigua només és un problema econòmic a l'hora de pagar el rebut

B

Malgastar l'aigua és un fet greu, tothom ha de col·laborar a gastar només l'aigua estrictament necessària

C

Les indústries són les que utilitzen més grans quantitats d'aigua. Per tant, el problema del consum d'aigua només afecta les indústries

D

FULL DE REGISTRE

VISITES

ALUMNE/A	Informes			Comportament			Interès social			Interès científic		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C

FULL DE REGISTRE

DEBATS

ALUMNE/A	Resposta a l'opinió dels altres			Proposta de solucions			Aportació d'arguments			Diàleg		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C

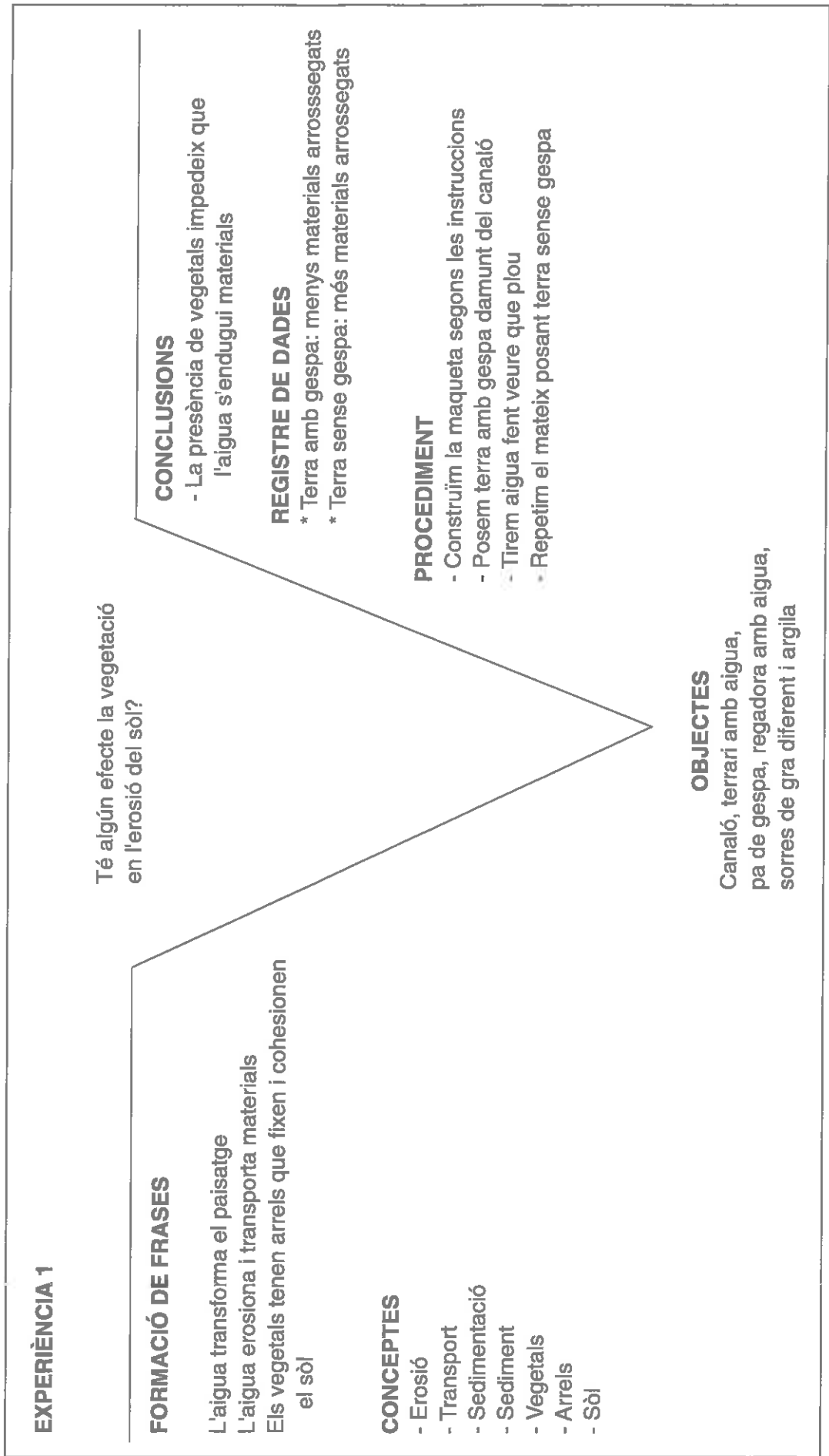
FULL DE REGISTRE

DOSSIERS

ALUMNE/A	Inquietud per aprendre			Opinió personal			Material complementari			Rigor científic			Ordre en classificar el material			Presentació		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C

ANNEX 4

ACTIVITAT 12 : L'aigua modela el paisatge



EXPERIÈNCIA 2

Com afecta la mida dels materials en el seu transport?

FORMACIÓ DE FRASES

L'aigua transporta materials

L'aigua (els rius) transforma el paisatge

CONCEPTES

- Erosió
- Transport
- Cabal
- Sedimentació
- Sediment
- Energia (d'un corrent d'aigua)
- Densitat

CONCLUSIONS

Els materials que són més petits i pesen menys són arrossegats més lluny per l'aigua, i els que són més grans i pesen més es dipositen abans. L'aigua exerceix una acció selectiva sobre la càrrega que transporta

REGISTRE DE DADES

Els materials de mida més gran queden en la cubeta, més a prop del corrent d'aigua. Els de mida més petita queden més lluny

PROCEDIMENT

- Construïm la maqueta
- Posem sorra de grans de tres mides diferents
- Tirem aigua fent veure que plou

OBJECTES

Cubeta amb iagua, canaló, sorra de tres mides diferents, regadora amb aigua

EXPERIÈNCIA 3

Quin efecte té l'aigua sobre els materials solubles i insolubles de les roques?

FORMACIÓ DE FRASES

L'aigua transporta materials
L'aigua dels rius modela el paisatge

CONCEPTES

Erosió
Transport
Cabal
Sedimentació
Sediment
Energia d'un corrent d'aigua
Dissolució
Densitat
Materials solubles

CONCLUSIONS

1. L'aigua exerceix una acció selectiva en el dipòsit dels materials que transporta segons la seva mida
2. Els materials solubles són també transportats per l'aigua en dissolució

REGISTRE DE DADES

Els materials de mida més gran queden en la cubeta més a prop del corrent d'aigua. Els de mida més petita queden més lluny
La sal es dissol

PROCEDIMENT

Es construeix la maqueta igual que en les experiències anteriors. A més a més de les sorres de gra diferent es posa sal en el canaló i s'hi afegeix aigua amb poca força durant uns minuts

OBJECTES

Cubeta amb aigua, canaló,
sorra de tres mides diferents,
sal i regadora amb aigua

Quina diferència hi ha entre la temperatura d'ebullició de l'aigua pura i d'una dissolució aquosa? Per què hi ha aquesta diferència?

PRINCIPIS

- L'aigua té una temperatura d'ebullició fixa.
- La temperatura d'ebullició és una propietat característica
- Durant l'ebullició, l'aigua canvia d'estat, passa de líquid a gas
- L'aigua pura està formada per partícules totes iguals, que en l'ebullició se separen les unes de les altres
- La dissolució d'aigua i clorur de calci té partícules d'aigua i partícules diferents de les de l'aigua
- Si donem calor a un sistema, s'hi produeix un canvi.
- (- La temperatura d'ebullició de la dissolució depèn de la concentració)
- (- La concentració de la dissolució varia (augmenta) a mesura que la dissolució va bullint)

CONCEPTES

Aigua pura
 Canvi d'estat
 Gas
 Propietat característica
 Dissolució
 Clorur de calci
 Aigua destil.lada pura

Partícula
 Temperatura d'ebullició
 Líquid
 Vapor d'aigua
 Temps
 Energia (calor)

OBJECTES

- Fogó, termòmetre, aigua destil.lada, dissolució d'aigua i clorur de calci

CONCLUSIO

La temperatura d'ebullició de l'aigua pura és fixa i constant mentre que la temperatura d'ebullició del clorur de calci no és constant, depèn de la quantitat de substància dissolta i varia mentre dura l'ebullició. La diferència entre la temperatura d'ebullició de l'aigua pura i la de la dissolució és deguda al fet que la dissolució té partícules de dos tipus diferents i això fa més difícil l'evaporació de l'aigua

REGISTRE DE DADES

Gràfic temperatura/temps	Registr. T. ebullició
aigua destil.lada	100 °C
aigua + clorur de calci	105 o 110 0 115 °C

PROCEDIMENT

1. Es fa bullir aigua sola.
2. Es registren les temperatures d'acord amb el temps.
3. Es fa el gràfic
4. Es fa bullir una dissolució d'aigua i clorur de calci.
5. Es registren les temperatures.
6. Es fa el gràfic
7. Es comparen els gràfics dels diferents grups.
8. Es compara el gràfic de l'aigua sola amb el de la dissolució.

Quanta sal cal dissoldre en un litre d'aigua a 20 °C perquè l'ou suri? Per què?

PRINCIPIIS

1. L'ou s'enfonsa perquè és insoluble en aigua i és més dens que ella. Com que l'aigua és un fluid, l'ou hi pot penetrar
2. En posar sal a l'aigua, la sal es dissol i la dissolució és més densa que l'aigua pura
4. La densitat és la massa / volum
5. Un sòlid flota en un líquid quan les seves densitats són iguals perquè llavors "pesen" igual
6. Les persones floten més en el mar d'aigua salada que en una piscina on l'aigua és dolça

CONCEPTES

- Aigua pura
- Dissolució
- Flotació
- Massa, pes, densitat
- Soluble/insoluble
- Fluid

CONCLUSIONS

Cal dissoldre 250 g de sal perquè l'ou suri

Explicació de la conclusió:

Quan l'ou sura, la seva densitat és igual a la densitat de la dissolució de l'aigua i sal.

REGISTRE DE DADES

	massa en grams		densitat g/cm ³
	aigua	sal	
dissolució	1000 g	100 g	D = 1,1 g/cm ³

PROCEDIMENT

1. Omplir l'olla amb un litre d'aigua, mesurant-ho amb un vas de precipitats
2. Posar l'ou dins l'olla (amb aigua a dintre)
3. Pesar el paquet de sal a la balança
4. Anar posant sal fins que l'ou suri, remenant fins que la sal es dissolgui totalment
5. Quan suri l'ou, tornar a pesar el paquet de sal

OBJECTES