

Col·lecció Ciències 12-16

Material Experimental



L'AIRE, QUÈ ÉS I QUÈ FA ?



Col·lecció Ciències 12-16

Crèdit num. 4:

L'AIRE, QUÈ ÉS I QUÈ FA?

Coordinació

PROGRAMA DE CIÈNCIES
Centre de Documentació i
Experimentació de Ciències del
Departament d'Ensenyament de
la Generalitat de Catalunya.

Direcció i assessorament didàctic

MERCÈ IZQUIERDO

Coordinació Física i Química

NÚRIA SOLSONA

Coordinació Biologia

MONTSERRAT CABELLO

Equip de redacció

MIQUEL CALVET
ENRIC CANET
JESÚS ISANTA
SILVIA LOPE
LLUÍS NADAL
MONTSERRAT SOLÀ
ROSA TARÍN

Il·lustracions

MIQUEL CALVET

Editor

© CIÈNCIA ACTIVA
Berenguer de Palou, 49 • 08027 Barcelona
Tele: 408 58 50 - 408 58 51 • Fax: 408 58 51

© *Elaboració:* Departament d'Ensenyament
de la Generalitat de Catalunya.

Impressor

FOTOCÒPIES DIAGONAL
Diagonal, 637 - 08028 Barcelona

Es prohibeix la reproducció total o parcial d'aquesta obra, en qualsevulla de les seves formes, gràfica o audiovisual, sense autorització prèvia i escrita de l'editor, llevat de citacions a revistes, diaris o llibres, sempre que es faci esment de la seva procedència.

ISBN: 84-921903-8-8

Dipòsit legal: B-34.078-96
6a edició: 1998

La col·lecció de materials curriculars Ciències 12-16 està integrada per les publicacions següents:

- * 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?
- * Sistemes químics
- * El canvi: com hi intervé l'energia?
- * Els éssers vius, com funcionen?
- * La Terra i l'evolució

Col·lecció Ciències 12-16

Material Experimental



L'AIRE, QUÈ ÉS / QUÈ FA ?

Coordina

PROGRAMA DE CIÈNCIES
Centre de Recerca i Innovació
Departament d'Innovació i Recerca
la Generalitat de Catalunya

El treball associat a aquest material
ETICÈS I CIÈNCIES

Coordina

AIRES

Coordina

AIRES

El treball associat a aquest material

AIRES
ERIC CANALS
JESÚS ISANTA
SILVIA LOPEZ
LEÍS NALLA
MONTSE RIBAT
ROSA FERRER

El treball associat a aquest material

AIRES

El treball associat a aquest material

AIRES
El treball associat a aquest material
AIRES

El treball associat a aquest material

AIRES

El treball associat a aquest material

El treball associat a aquest material



101 101 101

101 101 101
101 101 101
101 101 101
101 101 101

101 101 101
101 101 101
101 101 101

101 101
101 101
101 101
101 101

101 101
101 101
101 101
101 101

Situació del crèdit *L'aire, què és i què fa?* 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 de l'Educació Secundària Obligatòria. Es tracta d'un projecte obert que preveu portar a terme un treball en comú entre el professorat que el desenvolupa a l'aula, i el que treballa 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 a la introducció dels conceptes científics és un exemple dels anomenats **currículums en espiral**, per tal d'incidir una i altra vegada en els mateixos conceptes amb un grau d'abstracció cada vegada més elevat, i de manera que progressivament es vagin referint a un nombre de fets creixent.

La realització d'aquest crèdit està prevista pel segon curs de l'etapa 12-16. El crèdit *L'aire, què és i què fa?*, juntament amb el de *L'aigua no és aigua, què és?*, es proposa estudiar les característiques i propietats d'aquests dos subsistemes de la Terra i es treballen els models introduïts en els crèdits anteriors, el model de partícules i el model «éssers vius-funcions».

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

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

Índex

Material per al professorat

1. Introducció	9
2. Objectius generals del crèdit	10
3. Continguts	12
3.1 Conceptes, fets i sistemes conceptuals	12
3.2 Procediments	12
3.3 Actituds, valors i normes	13
4. Activitats d'ensenyament i aprenentatge	15
5. Criteris i activitats d'avaluació	17
6. Temporització	32
7. Orientacions per a la intervenció pedagògica	33
8. Bibliografia i recursos didàctics	90

Material per a l'alumnat

I. Introducció	9
1. Es pot tenir un recipient completament buit?	11
1.1 Les ventoses	11
1.2 Què ens ensenya la bomba d'aire?	11
1.3 El ple i el buit	13
2. Com interaccionen els éssers vius amb l'atmosfera?	17
2.1 La fotosíntesi: experiència de Priestley al segle XVIII	17
2.2 Explorem el ritme respiratori. Recuperació del ritme respiratori	21
3. La contaminació de l'aire	25
II. Les propietats dels gasos i de l'aire	27
4. L'aire és una barreja homogènia de gasos	30
4.1 Els gasos s'escampen	30
4.2 Alguns gasos són visibles a simple vista i altres no	31
5. Quins gasos formen l'aire?	32
5.1 Informació dels gasos que formen l'aire	32
5.2 La composició de l'aire	35

6. Els gasos pesen	39
6.1 Els gasos i la flotació	41
7. Els gasos fan força	46
7.1 Les bombolles de sabó	46
7.2 La pressió interna d'un gas	48
7.3 La llauna	52
7.4 Xuclar amb una canyav	54
8. Resum del comportament dels líquids i els gasos	57
III. La pressió	59
9. La força i el pes. La pressió	62
9.1 El pes és una força	62
9.2 La pressió	68
9.3 La pressió atmosfèrica	77
IV. Les lleis dels gasos tancats en un recipient	87
10. Les lleis dels gasos	89
10.1 Boyle i la seva obra	89
10.2 Un model per a tots els gasos	92
10.3 Un viatge al món microscòpic	95
11. Aplicació del que hem estudiat	98
11.1 Millorem l'explicació de les experiències fetes amb la bomba d'aire	98
11.2 Construcció d'una font d'Heró	101
V. Interacció amb els éssers vius. Atmosfera	103
12. Els éssers vius utilitzen gasos de l'atmosfera	105
12.1 La fotosíntesi	105
12.2 La respiració	119
13. Els éssers vius que es desplacen per l'atmosfera	135
13.1 El vol dels ocells	135
VI. Com podem mesurar la contaminació de l'aire?	137
14. Les formes de contaminació atmosfèrica	139
14.1 Els focus contaminants i les substàncies que contaminen	139
14.2 L'acidesa	141
14.3 La pluja àcida	143
14.4 Un treball de camp	147
15. Com podem modificar els nostres hàbits?	150

1. Introducció

En aquest crèdit presentem sis unitats didàctiques dedicades a l'estudi de la capa d'aire que envolta la Terra, l'atmosfera, en la qual estem submergits i gràcies a la qual podem viure. Estem tant familiaritzats amb l'aire que gairebé no ens adonem que existeix. Però per estudiar ciència és imprescindible que l'alumnat sàpiga «veure-la» i que la pugui manipular. Altrament, són molts els fenòmens que quedaran sense explicació científica i que rebran explicacions alternatives.

Tal com hem manifestat en els crèdits anteriors d'aquest projecte, el nostre objectiu és aprendre a interpretar els fenòmens mitjançant els models que donen unitat a la ciència. Això significa que volem **explicar**, i no solament **descriure** el que veiem. Les etapes que hem de superar per tal d'aconseguir-ho són:

1. Saber ben bé quin és el fenomen que volem explicar i com el podem manipular.
2. Conèixer l'esquema conceptual que fonamenta l'explicació.
3. Relacionar les preguntes que ens fem sobre el fenomen amb el marc teòric adequat?
4. Redactar les explicacions adequades.

En aquest crèdit presentem els «fets» següents :

- L'atmosfera està feta d'aire i l'aire és una mescla de gasos.
- L'aire fa força i pressió sobre els objectes.
- L'aire interacciona químicament amb els organismes.
- L'aire és un bé preciós que s'ha de conservar.

L'esquema que seguirem en el desenvolupament del crèdit el trobareu a l'índex.

La primera unitat, *Introducció*, és una presentació general (epítom) de tots els aspectes que després aprofundirem en les altres unitats. És molt important treballar-la a fons per tenir una visió de conjunt dels fenòmens relacionats amb l'aire.

Hem de comptar amb els coneixements que l'alumnat ja havia adquirit en els crèdits anteriors sobre Els materials, els estats d'agregació, les propietats generals i característiques, les funcions dels éssers vius, i que cal tenir cura del medi de vida.

2. Objectius generals del crèdit

1. Explicar en una primera aproximació el model corpuscular de la matèria, assenyalar-ne el caràcter discret i la presència de càrregues elèctriques, i destacar-hi que la matèria té una constitució universal tant en els materials inerts com en els éssers vius, com també les característiques bàsiques que els diferencien.
2. Descriure les modificacions del moviment de les partícules d'un sistema, d'acord amb el model corpuscular de la matèria, en relació amb el bescanvi de calor amb l'entorn; explicar com varia la temperatura d'un sistema en escalfar-lo.
3. Analitzar les propietats físico-químiques més rellevants de l'aigua i de l'aire, destacant-ne la importància en els organismes i en alguns processos quotidians.
4. Interpretar les forces com a resultat de la interacció entre cossos i identificar diversos tipus de forces que actuen en situacions quotidianes, l'efecte que provoquen i les aplicacions tecnològiques que se'n deriven.
5. Associar la noció intuïtiva del pes d'un cos a una força.
6. Utilitzar correctament les unitats de les magnituds emprant sobretot el sistema internacional i també altres unitats d'ús quotidià.
7. Distingir la nutrició autòtrofa, exemplificant-la en una planta superior, de les diverses formes de nutrició heteròtrofa i explicar la importància de la fotosíntesi.
8. Relacionar la funció dels aparells implicats en la nutrició d'un animal i les seves cèl·lules, i explicar els aspectes principals de les funcions de nutrició en l'espècie humana basant-se en els òrgans, aparells i sistemes que les duen a terme, i alguna de les malalties més freqüents que s'hi relacionen, com també la seva profilaxi.
9. Avaluar l'efectivitat, els costos ambientals, la disponibilitat i la limitació de recursos de les fonts d'energia emprades habitualment i de les fonts d'energia alternatives, i analitzar l'impacte de l'espècie humana sobre el sòl, l'atmosfera, la hidrosfera, la vegetació i els animals, i també les seves repercussions ecològiques per tal de prendre actituds de defensa de l'entorn, especialment en contra de la contaminació.
10. Relacionar la pressió atmosfèrica amb el temps meteorològic i analitzar els factors més importants que determinen el clima, posant com a exemple el clima local.
11. Observar òrgans d'éssers vius a ull nu i fer-ne una descripció o dibuix acurat seleccionant-ne els trets significatius.

12. Observar analíticament informació científica en forma d'imatges fixes, com ara dibuixos, fotografies, esquemes, diagrames o mapes meteorològics senzills, models i maquetes tant reals com en suport informàtic.
13. Identificar el problema que es planteja en una experiència, seguir el guió de treball i entendre el fonament científic d'aquesta, inclosa la possible necessitat d'emprar proves en blanc o de control; seleccionar els instruments de mesura i els aparells i estris adequats per a l'objectiu previst.
14. Realitzar experiències senzilles que palesin fenòmens físics, químics, biològics i geològics; observar, si és avinent, l'efecte de la modificació de variables que hi intervenen i, si cal, construir muntatges senzills emprant el material de laboratori adequat.
15. Confeccionar una pauta de treball experimental per a la resolució d'un problema o per a la comprovació d'una hipòtesi amb la posterior realització i discussió de l'experiment dissenyat, amb la finalitat de simular la metodologia científica i d'identificar-la i valorar-la com a mètode emprat en la recerca.
16. Resoldre problemes numèrics senzills relacionats amb alguns continguts, amb la posterior discussió sobre la coherència del resultat.
17. Participar en debats; realitzar exposicions verbals, escrites o visuals, resumir oralment i per escrit el contingut d'una explicació oral o escrita senzilla, sempre emprant el lèxic propi de les ciències experimentals i tenint present la correcció en l'expressió.
18. Reflexionar sobre l'actitud quotidiana personal envers problemes com ara la generació de deixalles, el mal ús de l'energia i de l'aigua, la contaminació i la limitació dels recursos naturals, des de la perspectiva de voler trobar vies alternatives que puguin comportar canvis d'actituds.
19. Manifestar-se respectuós i tolerant en la comunicació amb les idees i amb les persones, i posar l'esperit de cooperació per davant del de competició en la realització de treballs en grup, per tal d'extreure'n resultats reeixits.
20. Valorar les solucions històriques donades per la ciència a problemes plantejats pels humans i les solucions tecnològiques que milloren la nostra qualitat de vida.

3. Continguts

3.1 Conceptes, fets i sistemes conceptuals

1. Naturalesa descontínua de la matèria: les molècules dels gasos
2. El model cinètic dels gasos
3. Propietats generals i específiques dels gasos. La densitat i l'expansibilitat dels gasos. La pressió en els gasos. La pressió atmosfèrica
4. Les lleis dels gasos
5. Les forces per contacte i els «sistemes de fer força»
6. El pes és una força.
7. Les forces com a causa de les deformacions
8. Intercanvi de gasos durant el procés de la fotosíntesi
9. Importància de la fotosíntesi
10. Intercanvi de gasos durant la respiració
11. Impacte ecològic de l'activitat humana
12. Els pulmons i el seu funcionament
13. Intercanvi de gasos entre l'aire i la sang
14. Algunes malalties de l'aparell respiratori. Efectes del tabac sobre la salut.
15. Propietats i reconeixement dels gasos de l'atmosfera: l'oxigen, el nitrogen, el diòxid de carboni i el vapor d'aigua
16. El temps meteorològic
17. Contaminació de l'aire

3.2 Procediments

1. Observació de dibuixos, fotografies, esquemes i diagrames
2. Observació de models i maquetes
3. Observació d'aparells, dispositius i instal·lacions
4. Selecció dels trets més rellevants del què es visualitza, es llegeix o s'escolta
5. Lectura de textos relacionats amb el tema d'estudi
6. Audició de xerrades del professor, de conferenciantes, de la gent del carrer i dels companys i companyes, sobre temes relacionats amb l'àrea
7. Nomenclatura i manipulació d'estrils i utilitatge de laboratori
8. Nomenclatura i utilització d'instruments i aparells de laboratori
9. Neteja i conservació de d'utilitatge, instruments i aparells de laboratori.
10. Anàlisi d'òrgans d'éssers vius per mitjà de la tècnica de dissecció
11. Identificació del problema que planteja l'experiment o experiència i formulació de preguntes.
12. Elaboració d'una pauta de treball experimental.
13. Selecció de l'utilitatge de treball

14. Preparació d'un muntatge
15. Realització de l'experiment o experiència que és objecte d'estudi
16. Discussió de l'experiment i contrastació de la hipòtesi
17. Predicció i comprovació de resultats
18. Enregistrament ordenat de les dades rellevants transmeses en la informació
19. Compleció de pautes, quadres de doble entrada, esquemes, diagrames i dibuixos
20. Realització de dibuixos i d'esquemes gràfics
21. Relació, comparació, diferenciació i contrastació de coneixements
22. Deducció, inferència i extracció de conclusions
23. Transcripció de dades conceptuals/numèriques; de fórmules químiques/noms, i d'expressions matemàtiques/expressions escrites
24. Interpretació de gràfics, enunciats de problemes i qüestions
25. Interpretació d'informació escrita, oral i gràfica
26. Interpretació de fenòmens segons un model
27. Ordenació de les dades, realització de càlculs numèrics i discussió sobre la coherència del resultat
28. Transformació d'unitats
29. Aplicació de fórmules matemàtiques
30. Realització de diagrames de barres, histogrames, diagrames de sectors i gràfics cartesianes
31. Utilització del lèxic propi de l'àrea
32. Realització de descripcions gràfiques, orals i escrites
33. Realització de mapes conceptuals i heurístiques

3.3 Actituds, valors i normes

1. Valoració del reciclatge dels materials com a estalvi de primeres matèries
2. Valoració de la moderació en el consum i actitud crítica davant l'excés
3. Col·laboració en el reciclatge de materials
4. Actitud crítica davant la degradació i l'espoliació del medi natural
5. Valoració de l'estalvi racional en el consum per evitar contaminacions i altres deterioraments del medi ambient, i actitud crítica davant d'aquests problemes
6. Valoració de l'ús de materials potencialment menys contaminants i degradables, i utilització preferent d'aquests respecte als més contaminants i no degradables
7. Valoració de la bona qualitat de l'aigua, l'aire i el sòl, i de la transformació racional del relleu
8. Utilització preferent de vehicles el menys contaminants possible
9. Valoració de la importància de la higiene corporal i de l'adopció un estil de vida sa independentment de modes socials poc adequades
10. Respects per les normes socials relacionades amb el consum del tabac
11. Tendència a realitzar activitats esportives saludables per contribuir a l'equilibri dels sistemes nerviós, locomotor i circulatori
12. Valoració del diàleg com a mitjà de comunicació i com a sistema de resolució de conflictes interpersonals i grupals
13. Respects a l'hora d'escoltar les opinions d'altri

14. Manifestació educada de les opinions pròpies
15. Valoració de l'ordre, la neteja i l'endrega en el material col·lectiu de l'aula, del laboratori i de camp
16. Valoració de l'ordre, la neteja i l'endrega en el material propi i dels altres
18. Adopció de les normes de seguretat en el treball de laboratori i de camp
19. Precisió i exactitud en la presa i lectura de mesures
20. Realització meticulosa de les etapes que constitueixen una experiència
21. Hàbit i sistematització en l'observació i la recollida de dades
22. Hàbit i sistematització en l'extracció de conclusions de les experiències i reflexió sobre els resultats
23. Valoració de l'enriquiment que comporta la discussió col·lectiva dels resultats de les experiències o d'exposicions orals, escrites o visuals
24. Actitud oberta a la comprensió de les respostes donades en altres èpoques a qüestions de caire científic
25. Interès a fer un seguiment al llarg del temps de les respostes a problemes plantejats pels éssers humans
26. Comprensió del fet que la humanitat encara té molts problemes plantejats
27. Interès per donar explicació a aquells fenòmens que els són familiars, la interpretació dels quals és al seu abast
28. Discussió sobre les repercussions ètiques i socials positives i negatives de l'ús dels avenços científic-tecnològics
29. Valoració de la importància dels avenços científic-tecnològics pel que fa a alimentació, medicina, ús de nous materials i fabricació d'objectes, per a la millora de la qualitat de vida

4. Activitats d'ensenyament i aprenentatge

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

1. Utilització de formularis KPSI com a instrument d'avaluació
2. Manipulació de la «bomba d'aire» per extreure l'aire contingut en un recipient
3. Observació de diferents fenòmens relacionats amb la diferència de pressions: les bombolles de sabó i la llauna
4. Lectura i interpretació de l'experiència històrica de Priestley
5. Càlcul del ritme respiratori
6. Utilització d'una bàscula per introduir el concepte de força
7. Estudi dels diferents efectes de la força segons la superfície, per introduir el concepte de pressió
8. Construcció d'un mapa conceptual amb els conceptes implicats en el principi general sobre la pressió
9. Estudi de la relació entre els conceptes de força, pressió i superfície
10. Estudi i realització de les diferents fases del treball de laboratori en un experiment
11. Construcció del gràfic que relaciona la pressió amb el volum d'un gas
12. Construcció de la V heurística corresponent a un experiment
13. Lectura i resolució de qüestions sobre un text històric: *El ple i el buit*
14. Observació experimental de l'elevació d'aigua amb una bomba
15. Lectura i realització d'un exercici sobre el baròmetre per introduir el concepte de «pressió atmosfèrica»
16. Lectures informatives sobre les aplicacions dels baròmetres per mesurar altures i construir mapes meteorològics
17. Estudi de la densitat dels gasos a través de la comparació del comportament de diferents gasos

18. Lectura i interpretació d'una lectura sobre Boyle i la seva obra
19. Estudi de les lleis dels gasos a partir de l'observació experimental
20. Característiques dels principals gasos que formen l'aire a través de les fitxes informatives
21. Comprovació experimental dels principals gasos que componen l'aire
22. Utilització d'una maqueta per simular el model cinètic dels gasos
23. Realització d'una experiència per identificar el gas que consumeixen les plantes durant el procés de la fotosíntesi
24. Realització d'una experiència per identificar el gas que produeixen les plantes durant el procés de la fotosíntesi
25. Realització d'una experiència per identificar el midó
26. Realització d'una experiència per demostrar la necessitat de la clorofil·la en el procés de la fotosíntesi
27. Realització d'un mapa conceptual sobre el tema de la fotosíntesi
28. Comparació de la composició de l'aire inspirat amb l'aire expirat
29. Realització d'una dissecció de pulmons
30. Utilització d'un model de pulmons per estudiar-ne el funcionament
31. Estudi d'algunes malalties relacionades amb l'aparell respiratori
32. Interpretació de dades sobre l'intercanvi de gasos entre l'aire i la sang
33. Estudi de les superfícies respiratòries de diferents organismes
34. Realització d'un mapa conceptual amb conceptes de respiració i fotosíntesi relacionats
35. Realització d'una experiència per identificar algun dels components del fum del tabac

5. Criteris i activitats d'avaluació¹

L'avaluació de l'alumnat que participa en el Projecte Ciències 12-16, contempla l'atenció a la diversitat i per això s'estructura entorn de la regulació contínua dels aprenentatges. Aquesta regulació fa referència tant a l'adequació dels procediments utilitzats pel professorat a les necessitats i progressos de l'alumnat, com a l'autoregulació per aconseguir que l'alumnat vagi construint el seu sistema personal d'aprendre i adquireixi la major autonomia possible. És 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 la mesura en què contempla l'atenció a la diversitat, aquesta regulació haurà d'atendre, en tot el que sigui possible, el procés individual de cada noia i cada noi.

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

L'avaluació formativa, o procés d'aprenentatge, té com a objectiu determinar les dificultats de cada noia i cada noi en el seu procés d'aprenentatge, i 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 la qual es considera que aprendre és un llarg procés mitjançant el 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 són 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 cada 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 instruments d'avaluació.

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

Així, l'alumnat troba la seva 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 i aprenentatge. S'ocupa de la recollida d'informació, i de l'elaboració d'instruments de mesura fiables adaptats als objectes que cal avaluar. Els instruments poden ser molt variats. Si només es fa aquest tipus d'avaluació, pràcticament no té cap incidència en el procés didàctic.

L'avaluació s'integra en el conjunt del currículum i serveix també perquè l'alumnat aprengui. Les activitats que proposem com a activitats d'avaluació no haurien de perdre el seu 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 considerin necessaris.

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.

Per tal de fer operativa la regulació dels aprenentatges, s'utilitzen a l'aula els instruments que resumim a continuació.

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 seu grau de coneixement assolit amb relació als continguts que el professor o professora proposa per al seu estudi, per tant, és convenient incloure els prerequisits d'aprenentatge. 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 en acabar-lo.

5.1.2 Les preguntes obertes i les xarxes sistèmiques

És un mètode més costós que els formularis KPSI, però que aporta molta més informació que aquests. 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 les paraules escrites 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 mitjançant 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 vehicular-la per mitjà del llenguatge i viceversa.

5.1.3 Els mapes conceptuals

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

La seva construcció i la manera d'introduir-los a classe s'explica en les Orientacions per a la intervenció pedagògica, activitat 3, del crèdit *La diversitat i la unitat dels materials*. A continuació 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 apareixen i si són les proposades o bé unes altres. Si usa totes les paraules proposades es dóna una puntuació determinada; si afegeix alguna paraula més, es pot valorar, per exemple, amb un punt per paraula.

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

Jerarquies: la jerarquia existeix quan els conceptes subordinats són més específics i menys generals que el concepte que hi ha damunt. És dóna 1 punt per 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 cada esquema o unitat tancada.

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

Estructura			Contingut	
Ramificacions	Jerarquies	Esquemes	Vocabulari	Proposicions

Un cop fets de manera individual, és interessant proposar-ne la realització per grups ja que així l'alumnat estructura 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, ja que el llenguatge científic és també un conveni. 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 cal 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 bastant entenedores. L'estructuració de les accions que componen la base d'orientació, **la fa 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 volem obtenir i les accions necessàries per obtenir-lo.

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 els error, les diferències d'estructuració, de vocabulari, de nombre d'accions, etc., i tornar-les a fer si cal, per tal de millorar-les.

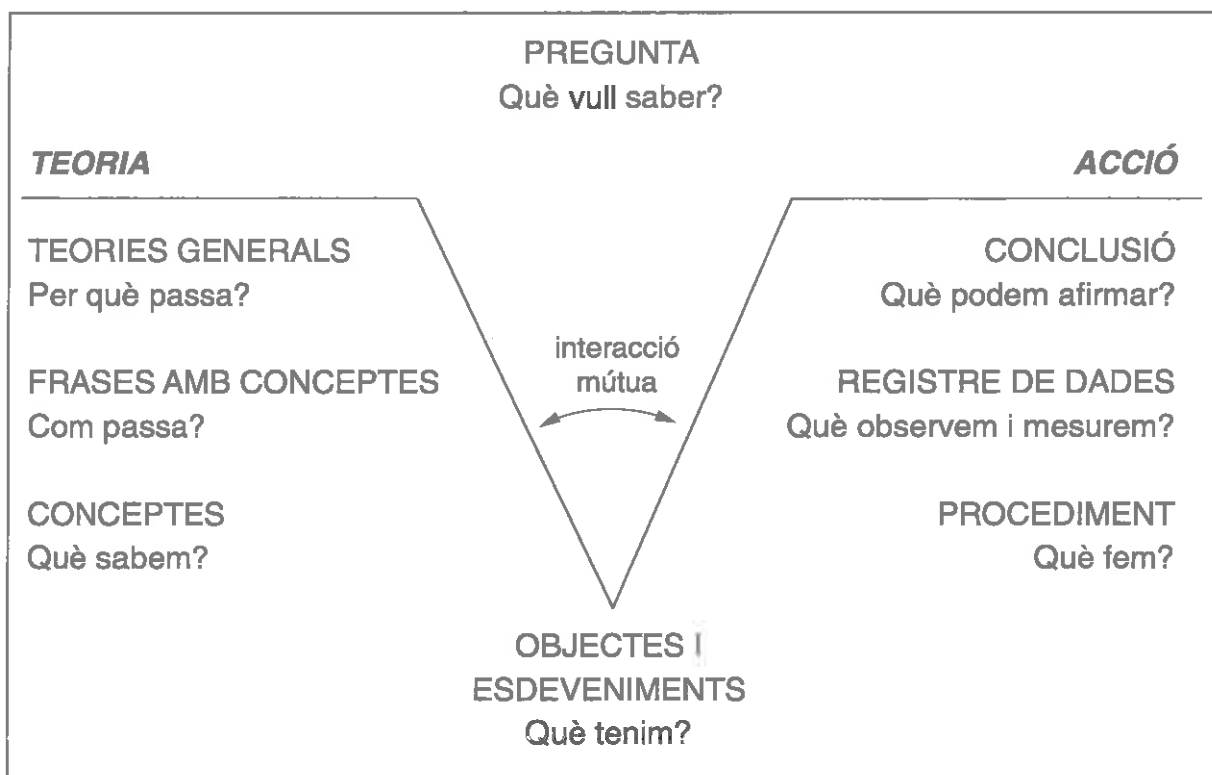
Una de les dificultats que presenta la construcció d'una base d'orientació és l'esforç que representa per l'alumnat el construir-la. Una altra dificultat és la de decidir **quines accions** s'indiquen a la base; destriar entre les grans accions bàsiques i les subaccions que les componen, algunes de les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

En les bases d'orientació, els moments clau són aquells en què 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 l'any 1977, com un recurs per ajudar a les persones a entendre l'estructura i els processos de construcció del coneixement. La V ha resultat un instrument molt potent per clarificar la naturalesa i els objectius del treball al 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 pensaments i a tenir-ne més consciència, a fer les seves activitats més productives i a 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 què es fa i per què 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 esdeveniment: l'objecte o situació que tenim inicialment.

Procediment: explicació detallada de totes les accions que fem. Cal insistir molt en el fet 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'ha 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 què volem dir quan parlem de

conceptes. Els conceptes són el resultat d'organitzar la realitat d'una determinada manera i 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 s'explica cadascun dels apartats i es completen 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 la dreta i l'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 d'avaluació

L'avaluació inicial

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

El formulari KPSI es pot utilitzar al començament del crèdit, a meitat i al final del crèdit. Està inclòs en el material per a l'alumnat. El formulari KPSI es contestarà al començament de tot, abans de fer qualsevol de les activitats 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 que 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 s'utilitzaran durant el bloc 7, «Els gasos fan força».

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 del formulari KPSI, de les xarxes sistèmiques 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 prerequisits 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

Al final de la introducció, a tall de síntesi, proposem utilitzar la redacció que farà l'alumnat, després de l'activitat 3, «La contaminació de l'aire», per tal de tenir una visió completa de tot el que sap i poder centrar els millors objectius del crèdit.

*** Segon bloc**

La primera pregunta del qüestionari del vídeo sobre Antoni de Martí i Franquès, pot servir d'avaluació de la idea que l'aire és una mescla de gasos.

La conclusió de l'activitat 6.1.1, «Els gasos poden fer flotar una bola de porexpan?», pot servir d'avaluació del concepte que els gasos pesen.

En l'apartat 7, «Els gasos fan força», hem inclòs la xarxa sistèmica que recull les respostes tipus a cadascuna de les experiències. Amb les respostes a l'activitat 7.1, «Les bombolles de sabó», podreu fer l'avaluació inicial; amb les respostes a l'activitat 7.3, «La llauna», podreu veure fins a quin nivell d'interpretació del fenomen arriba l'alumnat, i amb les respostes a l'activitat 7.4, «Xuclar amb una canya», si la interpretació de l'experiment en termes de força dels gasos ha estat assolida.

L'activitat 8, «Resum del comportament dels líquids i els gasos», pot ser un bon moment per avaluar les propietats dels líquids i els gasos, i comprovar que coneixen les diferències entre els dos tipus de materials.

*** Tercer bloc**

Les frases que cal completar al final de l'experiment 9.1.3, «Pesem sempre igual?», poden servir d'avaluació sobre el concepte del pes entès com una força i la composició de forces que es dona en els tres casos de la balança.

El mapa conceptual que es proposa realitzar després de l'activitat 9.2.3.1, «Estudi dels manòmetres: d'aigua, de mercuri i aneroide», pot servir d'avaluació del conjunt de conceptes implicats. Recordeu que en teniu un de mostra en les Orientacions per a la intervenció pedagògica.

*** Quart bloc**

Per avaluar si hi ha hagut una ampliació del model de partícules, en termes del model cinètic que explica el comportament dels gasos, podeu utilitzar les preguntes de l'activitat 10.2, «Un model per a tots els gasos».

El punt més important des del punt de vista de l'avaluació dels aspectes mecànics de l'aire és l'activitat 11.1, «Millorem l'explicació de les experiències fetes amb la bomba d'aire». L'alumnat, després de treballar com s'impliquen tots els conceptes estudiats en

l'explicació dels experiments de les **Bombolles de sabó** i **La llauna**, haurà de ser capaç d'elaborar autònomament una explicació per a l'experiment de **Xuclar amb una canya**, fent referència als conceptes estudiats. Ja sabeu que teniu un model de referència en les Orientacions per a la intervenció pedagògica. És interessant saber si el nivell interpretatiu de l'alumnat permet fer-ho en termes del model de partícules.

* **Cinquè bloc: fotosíntesi**

És important realitzar les V heurístiques dels experiments realitzats en l'apartat 12.1.1. El debat de les V amb l'alumnat ens permetrà avaluar si han entès els experiments i si han arribat a una conclusió clara en cada un.

És important l'activitat «Què hem estudiat fins ara?», perquè ens donarà una idea de si han entès l'intercanvi de gasos que s'estableix en la fotosíntesi.

Del grup d'experiments que hi ha a continuació és molt important la idea que el midó és un aliment produït durant la fotosíntesi i que podem detectar amb una solució de lugol. Per tant, l'activitat 12.1.3 la podem utilitzar per valorar si han entès quins són els productes inicials i finals que intervenen en el procés de la fotosíntesi.

L'anàlisi del mapa conceptual final ens donarà idea de si han entès què és i per a què serveix la fotosíntesi.

Respiració

A partir de les respostes que donin a les qüestions de l'apartat, «Com funcionen els pulmons?», podem avaluar si han entès el mecanisme a partir del qual l'aire entra dins l'organisme. En aquest sentit, cal recordar-los l'activitat 7.4, «Xuclar amb una canya».

A partir de la qüestió 4 de l'activitat, l'intercanvi de gasos entre l'aire i la sang, podem avaluar si tenen clar el recorregut que fan els gasos oxigen i diòxid de carboni dins l'organisme.

A partir del mapa conceptual de la lectura: màquines vivents, podem avaluar si l'alumnat entén el significat últim de la respiració, que consisteix a proporcionar a l'organisme l'oxigen necessari per produir la combustió dels aliments dins les cèl·lules. Finalment, a partir de l'activitat, si sabem que fumar es perjudicial, per què la gent fuma?, podem incidir en els continguts actitudinals que estan en la base d'una educació per a la salut.

* **Sisè bloc**

L'activitat 14.4, «Un treball de camp» pot servir d'avaluació dels conceptes introduïts en aquest bloc.

L'avaluació sumativa

L'activitat 11.1, «Millorem les explicacions fetes amb la bomba d'aire», serveix d'avaluació sumativa dels aspectes mecànics de l'atmosfera.

Pel que fa a l'apartat de la **fotosíntesi**, es poden utilitzar els exercicis següents com a avaluació sumativa.

1. Al segle XVII, el científic belga Van Helmont plantà un arbre en un test amb terra. L'arbre i la terra es varen pesar per separat.

Durant cinc anys va regar l'arbre amb aigua de la pluja (aigua sense sals minerals), i posteriorment el va arrencar. Va pesar de nou l'arbre i la terra i obtingué els següents resultats:

Experiència	Massa de la Terra	Massa de l'arbre
Al començament	90,99 kg	2,30 kg
Després de cinc anys	90,84 kg	76,80 kg

a) Què ha passat amb la massa de la terra durant tots aquests anys? I amb la massa de l'arbre?

b) Van Helmont va creure que aquest augment de la massa de l'arbre era degut a l'aigua. Fixa't en les dades de la taula que tens a continuació. Arribes a la mateixa conclusió que Van Helmont? Justifica la teva resposta.

Experiència	Massa de l'arbre	Massa d'aigua	Massa d'altres
Al començament	2,30 kg	1,61 kg	0,69 kg
Al final	76,80 kg	53,76 kg	23,04 kg
Augment de masses	74,50 kg	52,15 kg	22,35 kg

2. En un hivernacle es controlen diferents factors: la temperatura, la llum, l'aigua, l'aireig, etc. Fins i tot en determinats casos s'enriqueix l'atmosfera amb diòxid de carboni. Fixa't en les dades que et proposem a continuació:

Aire atmosfèric 0,03% de CO ₂	Aire enriquit amb CO ₂ 1% de CO ₂
Producció	Producció
100 tones/ha	180 tones/ha

a) Compara la quantitat de tomàquets produïts en un hivernacle i en l'altre. En quin percentatge ha augmentat la producció de tomàquets?

b) A quina conclusió arribes a partir de les dades anteriors? Justifica la resposta.

3. Sobre un esquema molt simple d'una planta verda amb fulles, indica mitjançant fletxes i noms quines són les substàncies que absorbeix la planta i quines fabrica en presència de llum. Pel que fa a la **respiració**, podeu utilitzar les qüestions següents com a exercicis d'avaluació sumativa:

4. Associa a cada paraula de les que es relacionen a continuació una de les definicions següents: inspiració, espiració, freqüència respiratòria, moviment respiratori.

* Moviment que assegura un moviment d'aire o aigua entre l'organisme i el seu medi de vida.

* Nombre de moviments respiratoris que es realitzen en un minut.

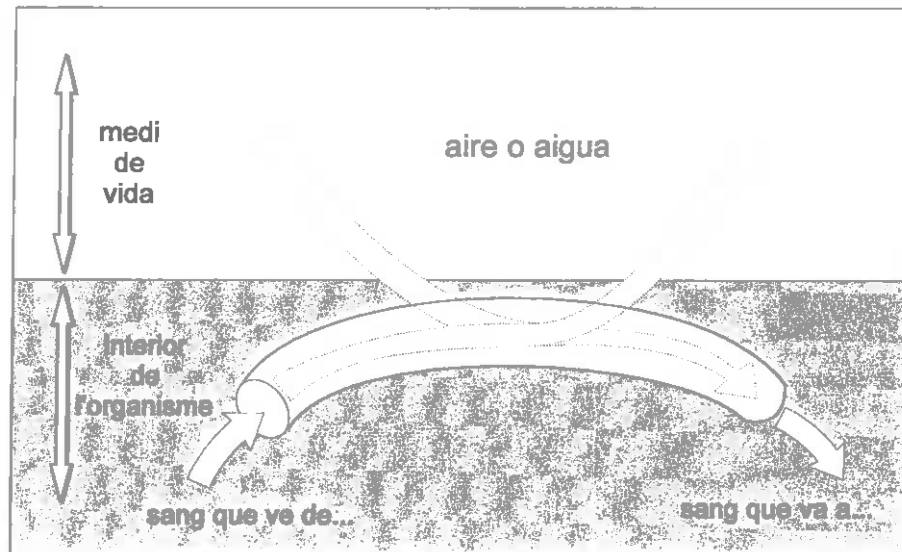
* Moviment a partir del qual l'aire entra dins l'organisme

* Moviment a partir del qual l'aire surt de l'organisme.

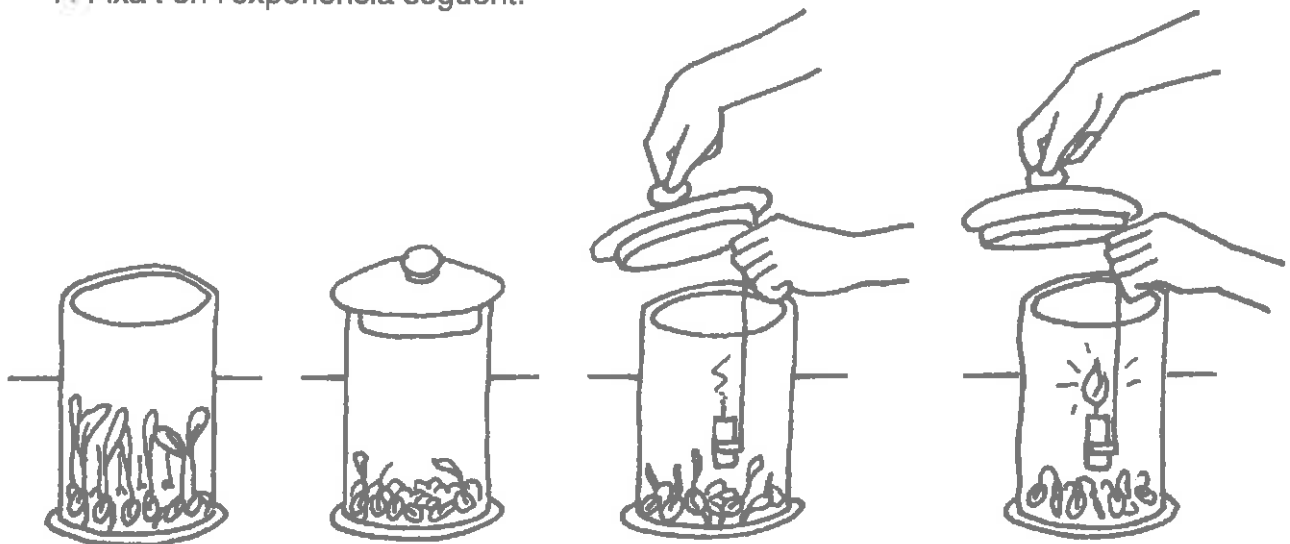
5. Completa aquest text amb les paraules que falten:

Quan el diafragma de les persones baixa, el tòrax augmenta de _____. Es produeix una _____ que fa que l'aire entri dins l'organisme. És el moviment de la _____. Inversament, quan el diafragma puja, es produeix una disminució de _____ que fa que l'aire de l'organisme surti cap a l'exterior. És el moviment de la _____.

6. L'esquema que tens a continuació representa un model dels intercanvis gasosos que presenten nombrosos éssers vius. Posa-li un títol i els noms corresponents a les fletxes:



7. Fixa't en l'experiència següent:



- En un flascó obert germinen grans d'ordi. En vuit dies, creixen plantes de talla normal, comparables amb les que creixen en la natura en vuit dies, també.
- Posem el mateix nombre de grans d'ordi en un flascó tancat i comencen a germinar, però aviat el creixement s'atura.
- Posem una espelma encesa dins un flascó tancat que conté grans d'ordi que han començat a germinar i s'apaga.
- Posem una espelma encesa dins un flascó tancat que conté petites plantes d'ordi mortes i no s'apaga.

Indica per què, a partir d'aquesta experiència, podem concloure que els vegetals respiren.

6. Temporització

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

- * Primer bloc: introducció..... 5 hores
- * Segon bloc: les propietats dels gasos i de l'aire..... 8 hores
- * Tercer bloc: la pressió6 hores
- * Quart bloc: les lleis dels gasos tancats en un recipient 4 hores
- * Cinquè bloc: interacció ésser viu-atmosfera..... 9 hores
- * Sisè bloc: com podem mesurar la contaminació de l'aire? 3 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 bloc l'ha de fer tothom, ja que és la presentació dels continguts que es treballaran en el crèdit.

En el segon bloc, «Les propietats dels gasos», l'activitat 6.1.3, «Càlcul de la densitat de gasos», caldrà decidir en cada classe si convé realitzar l'activitat, d'acord amb el nivell de comprensió assolit en les dues anteriors.

En el tercer bloc, caldrà decidir si es vol treballar o no la composició de forcesi, per tant, decidir si es realitza o no l'activitat 9.1.3, «Pesem sempre igual?». En el cas que ja s'hagi treballat el concepte del pes com un força, es pot passar directament a l'activitat 9.2, «La pressió».

En el quart bloc, «Les lleis dels gasos tancats en un recipient», tothom haurà de fer l'activitat 11.1, «Millorem l'explicació de les experiències fetes amb la bomba d'aire», ja que tanca el cicle d'aprenentatge de les activitats relacionades amb la bomba d'aire. L'activitat 11.2, «Construcció de la font d'Heró» és una activitat d'ampliació que es farà d'acord amb el temps de què es disposi.

En el cinquè bloc, en el punt 12.1, «La fotosíntesi» caldrà fer totes les activitats per tal d'assegurar l'adquisició de conceptes implicats en aquest procés. En el punt 12.2, «La respiració», segons el temps de què es disposi es pot deixar l'activitat sobre les malalties de l'aparell respiratori. La resta caldrà realitzar-les totes, en especial la d'aplicació sobre tabac i salut.

7. Orientacions per a la intervenció pedagògica

En començar aquest tema, comptem que l'alumnat té un coneixement intuïtiu d'algunes idees sobre l'aire, com ara les següents:

- L'aire és un material gasós i, per tant, té les propietats generals i característiques dels gasos: una determinada quantitat de gas té una massa fixa, i un volum i densitat variables.
- L'aire està format per partícules com tots els materials.
- L'aire és necessari per a la vida, perquè puguem respirar els éssers vius, les persones, els animals i les plantes.
- L'aire es pot contaminar, per això constitueix un «bé preciós i escàs» que cal cuidar.

Aquestes idees s'organitzen al voltant del model de partícules per als materials i «ésser viu-funció» i «ésser viu-medi». Al llarg del crèdit treballarem amb més profunditat aquestes idees i introduïrem nous coneixements referents a:

- Vivim submergits en un mar d'aire i, per tant, els éssers vius hi respirem i s'hi fa la fotosíntesi.
- L'aire, com altres gasos, fa força i, per tant, pressió.
- La pressió atmosfèrica es manifesta en tots els fenòmens del nostre entorn.
- L'aire és una mescla homogènia de gasos.
- Alguns organismes estan adaptats al medi aeri.
- La contaminació de l'aire.

El **fet central** (el fet exemplar o paradigmàtic que vertebrava tot el coneixement factual) en aquest crèdit és el fet de tenir més o menys aire. Per tant, estructurarem les activitats entorn a la bomba d'aire, que és l'instrument que ens permet disposar de recipients amb més o menys aire. L'alumnat disposarà d'una «bomba d'aire» i amb ella podrà explorar les noves situacions que es generen a causa de les diferències de pressió. La comprensió de la major part dels nous conceptes introduïts es relaciona amb la comprensió del funcionament d'aquest instrument.

Com en el crèdit anterior, *L'aigua no és aigua, què és?*, tots els coneixements factuais, procedimentals, conceptuals i actitudinals que s'introdueixin es vertebraran entorn a la bomba d'aire.

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

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

Comencem amb la presentació del tema (llicions «epítom») que es refereixen a «bombejar aire», a la interacció de l'aire amb els organismes i al perill de contaminar aire. Hi dediquem unes cinc sessions de treball, per a les quals seleccionem les idees sobre l'aire que ens semblen més bàsiques i simples i que constitueixen, en conjunt, una primera «visió general» del contingut del crèdit. Intentem presentar 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 factuals, 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 comptem amb els coneixements dels nivells anteriors. La referència a les idees generals proposades a l'epítom ha de ser constant, per tal que no es perdi la vertebració i els sentits dels nous coneixements que es van construir. Per això mateix cal finalitzar cada nivell amb un resum dels continguts similars i una síntesi dels diferents aspectes tractats.

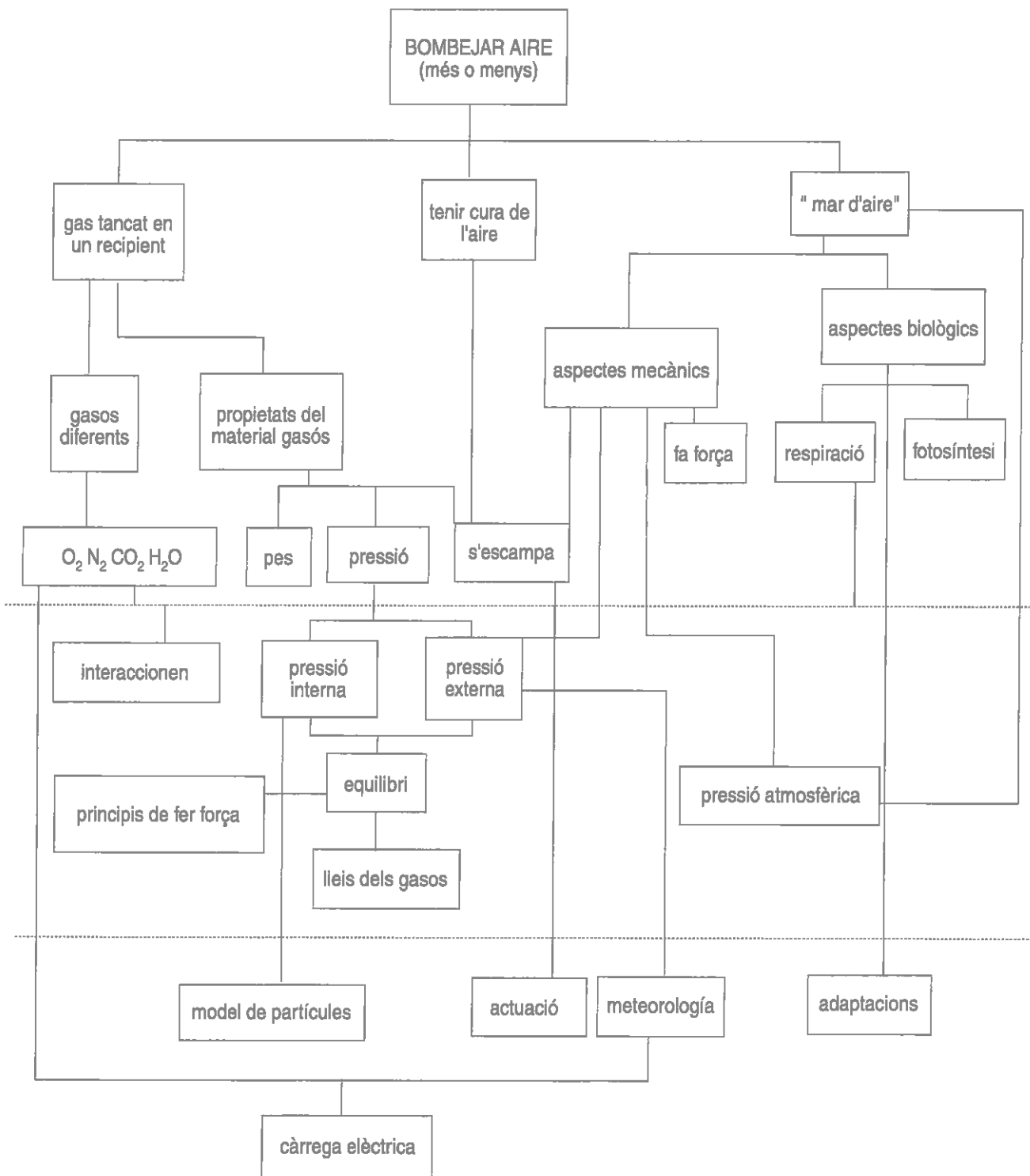
Tot el que s'ha dit en el paràgraf anterior es pot recordar fàcilment amb la metàfora del «zoom»: és com si contempléssim una pintura des de lluny i des de més a prop, amb un zoom, per tornar-la a veure en conjunt, però ara amb més consciència dels detalls. Les llicions d'epítom ofereixen una visió panoràmica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

En el primer nivell d'elaboració, es reconsideren les propietats dels gasos i de l'aire, estudiades en el crèdit *La diversitat i la unitat dels materials*. Es tracta de fer-ne un estudi més aprofundit, aplicant-hi els nous conceptes apresos: la flotació (que ens permetrà explicar per què s'enlairen els globus, malgrat que els gasos pesen); el canvi d'estat d'agregació (els gasos es poden liquidar i solidificar i per això estan formats per molècules); la mescla i la substància (que ens permetrà comprendre, en el segon nivell, quins són els materials que intervenen en la respiració i la fotosíntesi); i les conseqüències ambientals del fet que «els gasos s'escampin». En aquest primer nivell sorgeix un nou problema, que encara no té resposta: la «força de l'aire». I diferenciarem entre el «mar d'aire» en el qual vivim submergits i el gas tancat en un recipient.

En el segon nivell d'elaboració desenvolupem dues grans idees que s'han formulat en el primer nivell. La primera idea és que l'aire fa força (com si fos una molla) i, per tant, la pressió, i les pressions s'equilibren. En aprofundir-la, formularem el «principi de fer força» (que ens permetrà comprendre el desplaçament dels ocells per l'aire) i les «lleis dels gasos».

En el tercer nivell d'elaboració millorarem la capacitat explicativa dels nostres models. Pel que fa al model de partícules, relacionem la pressió d'un gas tancat en un recipient amb els xocs contra les parets, i fem una «maqueta» del model. Pel que fa al model «ésser viu-medi», veurem com són les adaptacions morfològiques que permeten volar. Veurem, finalment, com es relacionen els canvis meteorològics amb els canvis en el «mar d'aire» i com és que, de vegades, hi ha llamps i trons. Tots els nous coneixements introduïts ens donen més criteris per actuar de manera responsable i tenir cura del «mar d'aire» en el qual vivim, i que és el mateix per a tot el planeta Terra.

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



7.1 El cicle d'aprenentatge

Tots els models de canvi o evolució conceptual plantegen la necessitat d'introduir el cicle d'aprenentatge com una eina que el professorat té per organitzar les activitats d'ensenyament-aprenentatge.

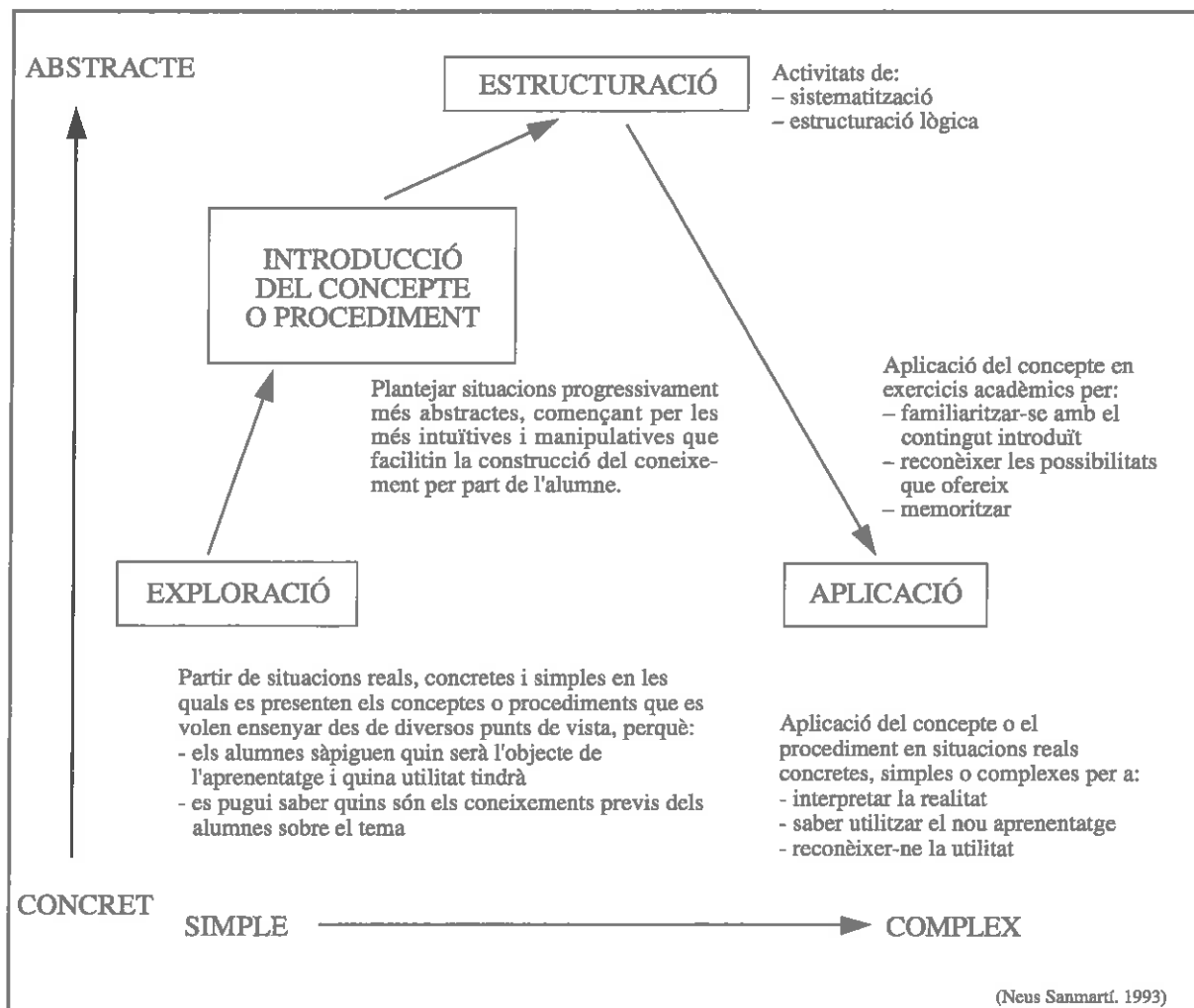
El cicle d'aprenentatge és una seqüència d'aprenentatge que consta de tres fases: exploració; introducció de nous continguts, conceptes, procediments o actituds, i aplicació del nou contingut en altres situacions. La utilització del cicle d'aprenentatge proporciona l'oportunitat que l'alumnat connecti amb el tema, manifesti les seves concepcions, i també l'oportunitat que les discuteixi i contrasti, cosa que provoca 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 sobre del tema, i si hi pot començar a entrar en conflicte.

En la segona fase s'introdueixen els continguts. Aquests poden ser introduïts pel professorat, 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. Es pot completar amb una fase d'estructuració.

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 reconeguin 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 en el 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 mitjançant 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:

QUÈ EN SABEM?
APRENEM-NE MÉS
APRENEM-NE UNA MICA MÉS
APLIQUEM ALLÒ QUE HEM APRÈS

Fase d'exploració
Fase d'introducció
Fase d'estructuració
Fase d'aplicació

7.2 Orientacions per a cada activitat

El conjunt de les activitats del crèdit que treballen conceptes de biologia, geologia, física i química està vertebrat entorn a un aparell que esdevé central, que és la bomba d'aire.

Bloc I. Introducció

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

Tal com s'explica en l'apartat d'avaluació abans de fer qualsevol activitat, es pot passar el formulari KPSI, inclòs entre el material per a l'alumnat, per tal de saber què es pensen que saben els alumnes.

1. Es pot tenir un recipient completament buit?

1.1 Les ventoses

Aquesta primera activitat correspon a la fase d'exploració del concepte de buit. El concepte de buit no és un concepte que l'alumnat faci seu de manera fàcil, tal com van veure en el crèdit *La diversitat i la unitat dels materials*. Un sector de l'alumnat té diferents explicacions que inclouen, en certa manera, la negació del buit, a través de la idea que «queden algunes partícules», o «és allò que queda quan s'ha extret tota la massa».

El concepte de buit és un marc explicatiu molt potent per a l'alumnat que l'utilitza de manera recurrent en les seves explicacions. El treballarem en la introducció i després intentarem que la idea de buit no interfereixi les explicacions que volem donar als fenòmens observats entorn a la bomba d'aire, i remarcar el raonament entorn al fet que els gasos fan força.

L'alumnat hauria d'arribar a la idea que el «buit» no és res i que els fenòmens que provoca són deguts a les diferències de pressió.

1.2 Què ens ensenya la bomba d'aire?

L'activitat correspon a la fase d'introducció de coneixements. Es tracta d'introduir el funcionament de l'aparell que és central en el conjunt del crèdit, la bomba d'aire. I treballar a partir de l'instrument la idea de buit. Es fa una primera referència a la diferència que hi ha entre l'aire de dins el recipient i l'aire de fora, que anomenem «mar d'aire». Després, aquests conceptes es treballaran més en les blocs III i IV.

El professor o professora proposarà a l'alumnat que identifiqui les parts de què consta l'aparell: el pot, la bomba d'aire, l'èmbol i la tapa amb la vàlvula, i comprendre la funció que realitza cada una. A continuació, indiqueu com es munta l'aparell i com s'usa, seguint les instruccions que hi ha en els requadres del material per a l'alumnat.

Cal explicar bé el funcionament de la vàlvula perquè l'alumnat normalment té la idea de com funcionen les manxes de bicicleta que serveixen per introduir aire. Es pot suggerir la idea de posar el dit sobre la vàlvula perquè notin la força que fa, com succiona.

1.3 El ple i el buit

Aquesta activitat correspon a la fase d'estructuració del concepte de buit. Seria bo que es fes la prova en primer lloc amb la xeringa oberta, perquè després l'alumnat pogués veure la diferència.

L'objectiu de l'activitat de la xeringa i la galleda és il·lustrar l'existència del buit quan es forma, mitjançant el fet que sense obrir l'aixeta de la xeringa, el pes de la galleda plena d'aigua fa baixar l'èmbol de la xeringa. Amb les idees introduïdes en l'activitat anterior, l'alumnat hauria d'intentar explicar l'experiment. El text de Galileu vol reforçar la idea del buit.

1.3.1 L'experiment de Magdeburg

El text sobre l'experiment històric de Magdeburg està plantejat com a fase d'aplicació i vol recollir la reflexió que va fer Guericke sobre la buidor entre els planetes.

2. Com interaccionen els éssers vius amb l'atmosfera?

La fotosíntesi: aspectes didàctics que cal tenir en compte

Caldria tenir en compte aquestes consideracions per facilitar a l'alumnat de 12-13 anys la conceptualització del tema de la fotosíntesi:

* La idea que l'aliment és capturat directament del sòl (sense transformacions) cal que sigui posada en dubte: les arrels no poden absorbir res més que aigua (amb substàncies minerals dissoltes) i una planta, de la mateixa manera que un animal no pot viure ni créixer únicament amb aigua i sals minerals com a font d'aliment. És necessari, perquè la planta s'alimenti del diòxid de carboni que hi ha en l'aire, encara que aquest no sigui un «aliment», segons la definició tradicional del terme.

* Aigua + sals minerals + diòxid de carboni (que no és un gas nociu), es combinen mitjançant reaccions químiques per transformar-se en «veritables aliments», al mateix temps hi ha despreniment d'oxigen en aquest procés.

* Aquest procés necessita un mecanisme particular, la fotosíntesi (etimològicament, el terme vol dir: «fabricació amb llum»), el qual es realitza gràcies a la presència de clorofil·la, que és capaç d'utilitzar la llum com a font d'energia.

* Els aliments produïts en les fulles són conduïts a totes les parts de la planta per la saba (igual que els aliments són transportats per la sang a tot el cos). Aquests aliments serviran per al funcionament, el creixement i el desenvolupament de la planta.

* Fotosíntesi i respiració són dos fenòmens independents que coexisteixen en les plantes verdes.

*La fotosíntesi és a la base de les cadenes alimentàries de tota la biosfera.

2.1 Experiència de Priestley al segle XVIII

L'objectiu d'aquesta activitat és presentar l'experiència històrica i adaptada de Priestley, que va ser un dels primers científics que estudià el paper dels vegetals en la composició de l'aire atmosfèric.

Aquesta experiència convenientment adaptada la realitzarem més endavant quan desenvolupem el tema de la fotosíntesi.

En aquesta presentació ens interessa que l'alumnat pugui seguir el raonament i el tipus de preguntes que es va fer Priestley, com també les experiències que va dissenyar per tal de respondre-les.

Acabem amb una pregunta oberta perquè els nois i noies hi puguin donar possibles respostes. En definitiva «la resposta a la qüestió», la deixarem en interrogant i la donarem en acabar la lliçó de la fotosíntesi, quan hurem fet tota la reflexió i experimentació necessàries per poder donar una primera resposta.

La respiració: objectius de coneixements del concepte de respiració

- Prendre consciència del fet que la respiració es caracteritza per uns intercanvis gasosos entre el cos i el medi exterior.
- Saber situar i representar les diferents parts de l'aparell respiratori.
- Relacionar el ritme respiratori, el ritme cardíac i l'activitat.
- Establir la connexió entre pulmons i òrgans: l'oxigen és transportat per la sang fins als òrgans.
- Construir la relació entre el funcionament dels òrgans i l'eliminació del diòxid de carboni en l'aire exhalat.

Consideracions didàctiques entorn al tema de la respiració

Estudis fets en nois i noies d'EGB i basats en els coneixements previs i particularment relatius a la respiració permeten posar de manifest les consideracions següents:

- Anatòmicament, resulta útil establir les relacions que hi ha entre els aparells digestiu i respiratori, com també analitzar l'estructura alveolar dels pulmons i la seva relació amb les vies respiratòries. Cal insistir que la faringe és una estructura comuna dels aparells digestiu i respiratori: és un tub on desemboquen les fosses nasals i la boca, per on arriben respectivament l'aire i l'aliment. Alhora, la faringe comunica amb la laringe i l'esòfag, que pertanyen respectivament als aparells respiratori i digestiu.

En la part superior de la laringe hi ha un cartílag nomenat epiglòtis. Aquesta estructura té forma de pala de frontó i durant la deglució actua com un opercle, amb la qual cosa queda tancat l'accés a la via aèria.

- Cal diferenciar la ventilació pulmonar dels intercanvis gasosos als d'alvèols, fent referència a la composició dels aires atmosfèric, inspirat i expirat.

- Us suggerim que alguns dels textos d'informació complementària que trobareu en la guia del professorat, els doneu també a aquells nois i noies que cregueu que poden aprofundir més en algun dels aspectes que tracteu al llarg d'aquest capítol.

2.2 Explorem el ritme respiratori

A) Part primera: càlcul del ritme respiratori en estat de repòs i després de fer exercici

- **Objectiu de l'activitat:** els nois i noies en aquesta activitat mesuren el seu ritme respiratori en estat de repòs i comproven que fer exercici afecta el seu ritme respiratori normal.

- **Informació complementària:** la mitjana de les tres proves fetes per tots els alumnes per trobar la freqüència respiratòria en estat de repòs es representa amb un gomet de color en un gràfic per a tota la classe. Els valors del ritme respiratori després de fer exercici es representen també en el mateix gràfic amb un gomet de color diferent i així es veu clarament que el fer exercici augmenta el valor normal de la freqüència respiratòria.

El nombre d'inspiracions per minut, en aquesta edat està comprès entre 10 i 25 esp./min. En situacions d'exercici físic intens, s'incrementa molt el consum d'oxigen per les cèl·lules.

El ritme respiratori, conjuntament amb la pressió sanguínia, la temperatura i el pols, és un dels quatre signes vitals que els metges utilitzen per valorar l'estat d'un malalt. Moltes persones només són conscients del seu ritme respiratori quan han tingut algun problema relacionat amb la respiració.

Respirar és principalment un procés involuntari, el ritme és determinat pel nivell d'activitat de l'organisme. La respiració, malgrat tot, pot ser controlada voluntàriament. Gairebé tothom ha hagut de respirar profundament quan el metge ho ha demanat alguna vegada, o bé mantenir la respiració sota l'aigua.

El control voluntari de la respiració depèn de l'habilitat que es té en controlar els músculs involucrats en aquest procés. Aquests músculs són el diafragma i els intercostals (els que hi ha entre les costelles). Encara que un individu pugui retenir la seva respiració, de fet el que està fent és posposar el seu intercanvi gasós.

Durant el curt temps que es pot retenir la respiració voluntàriament, l'organisme continua necessitant oxigen i produint diòxid de carboni. L'increment en la concentració de CO_2 activa automàticament el ritme respiratori, fent-lo més ràpid fins que el nivell de CO_2 retorna al seu valor normal.

L'amplitud i la freqüència respiratòries estan controlades pels centres respiratoris nerviosos del bulb raquidi. A ells arriba la informació sobre la composició química de la sang, és a dir, sobre la quantitat de diòxid de carboni que hi ha a la sang.

Córrer molt de pressa o pujar una muntanya augmenta el ritme respiratori, perquè el nivell de CO_2 en l'organisme augmenta. La concentració de CO_2 en l'organisme determina el ritme respiratori, ja que cal eliminar-lo de la sang.

Les cèl·lules de l'organisme necessiten oxigen per produir energia. Els processos químics per a tal efecte produeixen també CO_2 , producte tòxic que ha de ser continuament expulsat de l'organisme. Mentre fem exercici, la concentració de CO_2 en la sang augmenta, provocant un increment notable del ritme respiratori. Després de fer exercici, el ritme respiratori ràpid continua fins que el nivell de CO_2 retorna al valor normal.

Grans fumadors i individus amb problemes respiratoris com ara emfisema pulmonar, sovint tenen dificultats respiratòries mentre fan activitats enèrgiques. Amb la baixa eficiència respiratòria que tenen aquests individus no tenen prou capacitat respiratòria per fer exercicis massa enèrgics.

L'aparell respiratori està coordinat amb el circulatori, qualsevol emoció o altre factor que alteri la freqüència cardíaca augmentarà també la respiratòria. Així, doncs, en condicions d'exercici intens o de gran emoció es necessita una aportació més gran de sang al cervell i als músculs, donat que també hi ha un augment en el consum d'oxigen i, per tant, la freqüència cardíaca i respiratòria augmenten. De fet, durant un exercici intens, el cor pot impulsar la sang a una velocitat cinc vegades superior i aquesta és degudament desviada als òrgans que més la necessiten.

Una recuperació ràpida del ritme respiratori després de fer exercici indica també una facilitat gran d'expulsió d'aquest CO_2 . Això pot venir donat per una bona eficiència respiratòria, un major volum pulmonar, un aparell circulatori eficient i també un intercanvi de gasos efectiu dins l'organisme. Un temps curt de recuperació del ritme respiratori és indicatiu, en general, d'un bon estat de salut física.

En acabar aquesta activitat, es fa una pregunta oberta perquè puguin fer hipòtesis per respondre-la.

El professor o professora recollirà les diferents hipòtesis sense avançar la resposta, donat que aquesta l'hauran d'anar elaborant a mesura que es vagin desenvolupant les activitats corresponents al tema de la respiració.

B) Part segona: recuperació del ritme respiratori

Aquesta segona part de l'activitat és optativa. Si el temps de què es disposa per desenvolupar la resta d'activitats és molt curt, se'n pot prescindir. L'objectiu és calcular el temps que cada noia o noi triga a recuperar el ritme respiratori normal en estat de repòs, donat que si aquest temps és baix ens indica un bon estat de salut física.

Aquesta activitat és útil també per fer tractament de les dades mitjançant la lectura de taules de dades i construcció de gràfics.

3. La contaminació de l'aire

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració de la contaminació de l'aire. L'objectiu de l'activitat és descobrir què sap l'alumnat sobre la contaminació de l'aire, d'on provenen les substàncies contaminants i si creuen que pot afectar les persones.

Ja sabeu que els temes relacionats amb contaminació avui estan molt presents en els mitjans de comunicació; per tant, es tracta de saber quin nivell d'informació té l'alumnat. Després, en el bloc VI, treballarem els conceptes científics necessaris per interpretar fenòmens com ara la pluja àcida, i veurem quines actituds hauríem de modificar per tal de tenir cura de l'aire que respirem i que ens és necessari per a la vida.

Un cop feta aquesta activitat, per tal de fer una síntesi de la introducció al crèdit, proposem que l'alumnat faci una petita redacció sobre tot el que ja sap sobre l'aire. Així evitarem tornar a repetir conceptes que potser l'alumnat ja sap i, si durant la introducció s'han activat coneixements mig oblidats, tindrem també un nou element d'avaluació per tal de centrar millor els objectius del crèdit.

II. Les propietats dels gasos i de l'aire

4. L'aire és una barreja homogènia de gasos

4.1 Els gasos s'escampen

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració d'una idea que no és nova per a l'alumnat que sap que els gasos s'escampen. L'activitat vol explorar aquesta idea a través d'un experiment que pot ser interessant per a l'alumnat: la sublimació del iode. També es poden comentar a classe altres fenòmens coneguts per l'alumnat, com ara el perfum que s'escampa, el fum de les xemeneies... I a partir d'aquí concloure la seva tendència a ocupar tot l'espai disponible. Cal fer notar, però, que el fum és una mescla homogènia d'una gas i partícules sòlides, i que els núvols són mescles d'aigua líquida i gas.

Pel que fa a la terminologia, tant pot ser que l'alumnat digui que els gasos es mesclen com que els gasos es dissolen. En principi, sembla que seria millor parlar de mescla que no pas de dissolució, perquè en la dissolució hi ha interacció entre els components. Però com que en la dissolució ideal no hi ha interacció, en el nivell que estem treballant és correcte l'ús dels dos termes.

L'alumnat ha d'arribar a la conclusió que a partir de les observacions podem enunciar una llei o principi: els gasos es poden escampar ocupant tot l'espai disponible. És un bon moment per preguntar-nos per què l'atmosfera no s'escapa de la Terra.

4.2 Alguns gasos són visibles a simple vista i altres no

L'activitat vol reforçar la idea de la materialitat dels gasos posant de manifest que els gasos són visibles i que tenen color. Per això treballarem amb el iode que ja han vist a l'activitat anterior, i amb el diòxid de nitrogen que vam utilitzar en «La diversitat i la unitat dels materials». El brom i el clor, com que són verinosos, no es poden portar a classe. Podem comentar-ne l'existència.

Es pot recordar la idea que gasos diferents tenen partícules diferents, tal com ja vam treballar en el crèdit «La diversitat i la unitat dels materials».

Per disposar de gasos de colors es poden demanar en servei de préstec al Centre de Documentació i Experimentació de Ciències, o millor fabricar-los segons el protocol «Gasos de colors» del mateix Centre.

Cal treballar amb l'alumnat la idea que tots els gasos són solubles entre ells.

De les dues maneres que tenim per simular l'aproximació al nivell microscòpic dels materials: dir que tenim unes ulleres molt potents que ens permeten veure com és la matèria per dins o bé dir què veuríem si fóssim tan petits que ens poguéssim posar dins la matèria; hem triat la segona. Seria bo comentar amb l'alumnat que utilitzem aquesta aproximació perquè quedi clar que són dues maneres que tenim per imaginar com és la matèria segons el model de partícules.

5. Quins gasos formen l'aire?

En aquest grup d'activitats volem treballar la composició de l'aire. Una de les conseqüències de la capacitat dels gasos de dissoldre's entre ells és la composició de l'aire.

5.1 Informació dels gasos que formen l'aire

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció del concepte: l'aire és una barreja homogènia de gasos. Es tracta només de fer una lectura comentada o un treball per grups de les fitxes que inclouen les propietats dels gasos que permeten identificar-ne la presència en l'aire. Pot ser un bon moment per recordar les propietats característiques i fer una mica de treball amb el vocabulari científic.

La paraula *oxigen* té dos referents, ja que la utilitzem per designar l'element químic oxigen i la substància química present en l'aire, el gas oxigen.

En les fitxes que hem inclòs, observareu que parlem de substància simple i de substància composta. Això no és el més important, però creiem que pot ser un bon moment per donar aquesta informació que, si queda emmagatzemada, després la podrem recuperar en el crèdit *Els sistemes químics*, i si no caldrà tornar-la a donar.

Es pot fer per manipulació directa dels gasos, si en disposa el Centre o bé utilitzar les fitxes. Observareu que les fitxes informatives inclouen diferents apartats, encara que no estan indicats de manera explícita. Així s'indica:

1. Propietats físiques: estat físic, densitat, solubilitat, punts d'ebullició i de fusió, i fórmula
2. Estat natural
3. Obtenció
4. Reactivitat

Es tractaria de comentar amb l'alumnat les fitxes corresponents a l'oxigen, el nitrogen i el diòxid de carboni, i que després confeccionés la fitxa corresponent a l'aigua.

5.2 La composició de l'aire

És una activitat d'estructuració de la composició de l'aire, que és una barreja homogènia de gasos, a través de la identificació dels diferents gasos que el componen. Per això s'utilitzen diferents comprovacions vàlides per a cada vegada que vulguem reconèixer aquest gas.

A continuació es fa l'experiment per esbrinar les condicions per a la formació de la boira. L'objectiu de l'experiment és veure la relació entre la pressió i la humitat, com la disminució de pressió porta un augment d'humitat. I, per tant, observar com per a la formació de la boira són necessàries dues condicions: la disminució de la pressió i la presència de partícules sòlides en suspensió en l'aire.

L'experiment es fa amb la bomba d'aire. En el primer pas del procediment no s'observa cap canvi en l'aire de dins el pot. En el cas que s'intenti aixecar la tapa de la bomba d'aire, com que no serà possible, ens permet saber que ha disminuït la pressió. En el segon pas, quan es connecta el vacuòmetre, es mesura la disminució de la pressió, i es proposa que l'alumnat expliqui aquests canvis amb el model de partícules.

En el tercer pas del procediment, quan es posa l'espelma encesa davant l'aixeta, s'introdueixen ions i partícules sòlides, procedents de la combustió de la cera de l'espelma que permeten visualitzar l'augment de la humitat dins del pot. Això passa perquè aquests ions i partícules sòlides aglutinen les molècules de vapor d'aigua que hi ha en l'aire.

En l'explicació del fenomen que incloem després de les preguntes del tercer pas, es parla de partícules en general, sense fer referència a ions, perquè aquest concepte no s'ha treballat encara. A l'acabament d'aquest bloc, en «Llamps i trons» es comença a parlar de partícules amb càrregues elèctriques, positives i negatives. Segons quines explicacions surtin en la discussió que es faci a la classe, el professor o professora valorarà si és el moment de parlar dels ions, és a dir, partícules carregades elèctricament o no.

Al final de l'experiment, a partir de l'explicació del que ha succeït amb la bomba d'aire, es fa una generalització del que passa a l'atmosfera.

A continuació s'anomenen els aparells que mesuren la humitat relativa de l'aire: el psicròmetre i l'higròmetre. I també es parla del pluviòmetre, que mesura les precipitacions. A partir de la bibliografia que s'esmenta en l'apartat corresponent, es pot proposar a l'alumnat la construcció d'alguns aparells meteorològics, per tal de disposar d'una estació meteorològica on es puguin registrar, dia a dia, les dades del temps.

5.2.1 Antoni de Martí i Franquès

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de la composició de l'aire. I és també una bona oportunitat per conèixer un període de la història de la ciència a Catalunya, que en general és desconegut. L'alumnat, després de veure el vídeo, *Científics de Catalunya* contestarà el qüestionari que s'inclou en el material per a l'alumnat.

Antoni de Martí i Franquès (1750-1832) estudià un temps a la Universitat de Cervera però deixà aviat la universitat perquè no coincidia amb les posicions escolàstiques que s'hi defensaven. Entre 1770 i 1780 instal·là a casa seva un laboratori amb instruments que es va fer portar de París, el centre cultural i científic de l'època. En l'any 1785 realitzà un estudi sistemàtic de la pneumàtica i va aïllar l'aire fix, el CO₂. Fou membre de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, on llegí diferents memòries sobre els seus treballs, com per exemple «*Sobre la cantidad de aire vital que se halla en el aire atmosférico y cómo determinarlo*». Va fer moltes mesures i molt ben fetes, rectificants algunes de les fetes per les autoritats científiques de l'època.

Els seus treballs van ser traduïts al francès i a l'alemany. Va viatjar a París, Brussel·les i altres ciutats europees, i disposava de les obres dels científics de l'època, com el *Traité de chimie élémentaire* d'Antoine Laurent Lavoisier. Va treballar també sobre la sexualitat de les plantes i ajudà l'equip que realitzà les mesures del meridià terrestre. En 1811, la invasió napoleònica del Principat va saquejar i destruir el seu laboratori.

6. Els gasos pesen

La pregunta del formulari KPSI pot servir de fase d'exploració per aquest concepte, encara que ja sabem que hi ha un sector de l'alumnat que creu que els gasos no pesen, ens interessa saber quin percentatge d'aquest alumnat tenim a la classe.

L'experiment **Creieu que els gasos pesen?** correspon a la fase d'introducció del concepte del pes dels gasos, que ja vam treballar en l'activitat 18 del crèdit «La diversitat i la unitat dels materials».

Per equilibrar inicialment els dos plats de la balança de braços iguals amb els dos globus inflats, podem utilitzar perdigons. En el dibuix s'observa que s'han posat dues tires de cinta adhesiva en forma de creu, sobre cadascun dels globus perquè així, quan els punxem amb l'agulla, no exploten i perden l'aire a poc a poc.

Es tracta que l'alumnat comprovi que l'aire tancat dins d'un globus pesa, encara que aquest globus estigui situat en l'atmosfera o «mar d'aire», i el mateix podem dir d'altres gasos i dels materials no gasosos com ara els líquids i els sòlids. La idea central que vertebrava aquestes activitats és el problema que es planteja a partir del fet que els gasos s'enlairen i la convicció que els gasos pesen, ja que són materials.

6.1 Els gasos i la flotació

Aquest bloc d'activitats té l'objectiu de tornar a treballar la idea de la flotació, que ja s'havia introduït en el crèdit *L'aigua no és aigua, què és?* Allà vam treballar aquest concepte en el cas dels sòlids submergits en un líquid. Ara el volem treballar en el cas d'un sòlid submergit en un gas. Si per algun motiu no s'hagués fet la part del crèdit *L'aigua* caldrà fer un treball previ.

6.1.1 Els gasos poden fer flotar una bola de porexpan?

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció de les diferents densitats dels gasos. Es tracta d'un experiment en què es comprova que posant gasos diferents, l'empenta del gas sobre la bola de porexpan és diferent.

Com en l'activitat 6, «Els gasos pesen», equilibrem el plat de la balança que no té la bola de porexpan amb perdigons. Es tracta d'un experiment qualitatiu en què només volem comparar les densitats dels gasos. I ho fem comparant les peses necessàries per reequilibrar la balança de nou, cada vegada que s'introdueix un gas en el vas de precipitats i es desequilibra la bola de porexpan.

6.1.2 Densitat relativa dels gasos

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de la densitat dels gasos. A partir de l'experiment de la bola de porexpan, caldria que l'alumnat deduís que el gas sec és més dens que l'aire.

6.1.3 Càlcul de la densitat de gasos

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de la densitat dels gasos. En el crèdit *La unitat i la diversitat materials* ja s'havia proposat fer el càlcul de la densitat del gas sec. Per tant, ara es tractaria de treballar, una vegada més, la idea que gasos diferents tenen densitats diferents.

massa del pot buit: $m = 246,7 \text{ g}$ volum total del pot: $V = 1150 \text{ cm}^3$	massa m grams (g)		densitat gas $d = m / V$ g / cm^3	
	pot + gas	gas		
gas amb què omplim el pot de la bomba després d'haver-lo buidat	aire	247,7	1	0,001 aprox.
	gas sec	251,0	4,3	0,004 aprox.
	butà	248,7	2	0,002 aprox.

Condicions de l'experiència
1 atmosfera de pressió i 20 °C de temperatura

L'activitat forma part de l'itinerari alternatiu que seguirà només l'alumnat que hagi completat de manera satisfactòria les activitats anteriors i disposi de més temps que la resta de la classe. De cara a no fer excessivament llarg l'experiment, l'alumnat pot fer-lo només amb el gas sec. Les dades per omplir la taula de valors les pot subministrar el professor o la professora.

És un experiment quantitatiu de càlcul de la densitat dels gasos utilitzant la bomba d'aire, segons el procediment que s'indica en les vinyetes del material per a l'alumnat. S'aprofita el fet que el pot de la bomba d'aire té un volum d'aproximadament 1 litre, que es calcula exactament seguint les instruccions de la 8 a la 10. Cada vegada que es faci el buit, cal assegurar-se que s'ha bombejat prou aire perquè la diferència de massa sigui aproximadament d'1 g. Uns valors indicatius del tipus de resultats que s'obtenen són:

Pot ser un bon moment per comentar les diferències d'ordre de densitat dels materials a condicions normals de pressió i temperatura. Els sòlids, que van des del plom d'uns $11,34 \text{ g/cm}^3$ a la fusta i el plàstic d'uns $0,5 \text{ g/cm}^3$. Els líquids al voltant d' 1 g/cm^3 . Els gasos amb densitats més petites.

Per exemple, gas butà $d= 0,002625 \text{ g/cm}^3$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, el diòxid de carboni $d = 0,001791 \text{ g/cm}^3$ i l'aire sec $d= 0,001213 \text{ g/cm}^3$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

El gas sec, que és un gas molt més pesant que l'aire, abans quan era CCl_2F_2 tenia $d= 0,00504 \text{ g/cm}^3$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, però ara s'ha de calcular perquè cada casa comercial n'usa un de diferent.

7. Els gasos fan força

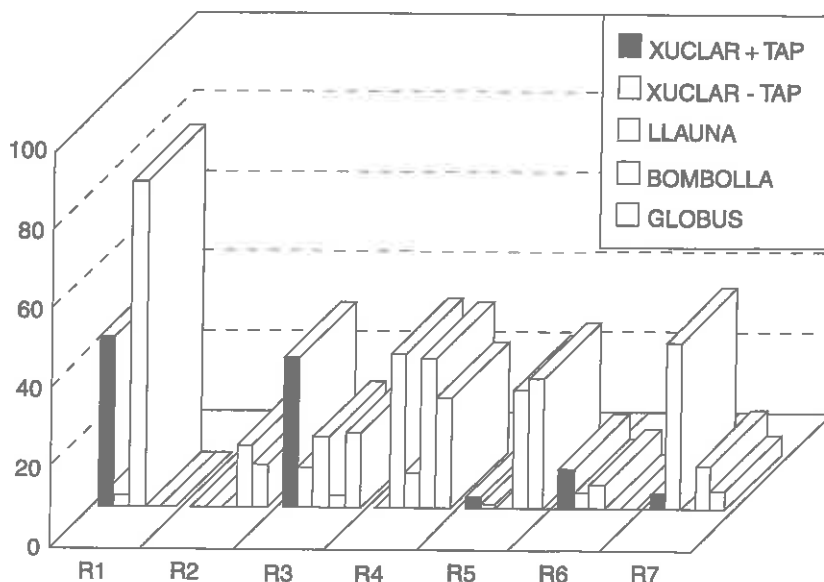
La paraula *força* és una paraula abstracta, és una manera de dir (o de veure) alguna cosa objectivable. Si demanéssim a l'alumnat de formar frases amb la paraula *força*, en podríem trobar fins a una cinquantena de diferents, amb tots els sentits: lingüístic, semàntic i operatiu, i referents a moltes coses. Per exemple: «Són forces infrontables, incommensurables». La cosa canvia completament si es treballa amb «el fer força». En el moment en què es raona sobre el «fer força», entra en joc l'experiència corporal i perceptiva i fins i tot les idees s'estructuren de manera més coherent. Aquest serà el criteri que utilitzarem d'entrada per parlar de «fer força». Realment les persones no observem les forces, sinó el que podem anomenar «la font de la força». Això passa quan un nen o una nena premen una molla, diuen que són ells que fan la força i no pas la molla.

Per tal de fer l'avaluació dels coneixements de l'alumnat sobre les experiències dels gasos que fan força, podeu utilitzar l'anterior xarxa sistèmica que recull els diferents tipus de respostes que dona l'alumnat:

		Xuclar sense tap		Bombolla			
		Xuclar amb tap	Llauna	Globus			
FENOMENOLOGICA explicació amb relació a...	ENTORN DEL SISTEMA aparells: èmbol, tap, etc.	R1	44	3	67	0	0
	SISTEMA: superfície de separació: globus, bombolla, llauna, etc.	R2	0	0	0	17	11
EL FET OBSERVAT ESDEVÉ, PERQUÈ	BUIT	R3	38	10	18	3	19
	IDENTIFICA COM A AGENTS ACTIUS	R4	0	38	9	39	28
CAUSAL	AIRE	R4	0	38	9	39	28
	IDENTIFICA I EXPLICA AMB RELACIÓ A... PRESSIÓ	R5	3	1	0	30	36
NO CODIFICABLE		R6	10	4	6	0	0
NO RESPON		R7	4	43	0	11	5
		CATEGORIES	% RESPOTES				

ALUMNAT DE 8è d'EGB DE L'ESCOLA VIARÓ

% RESPOSTES ALUMNAT DE 8è D'EGB DE L'ESCOLA VIARÓ
 XUCLAR AMB TAP I XUCLAR SENSE TAP, LLAUNA, BOMBOLLA I GLOBUS



7.1 Les bombolles de sabó

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració del concepte que els gasos fan força, una propietat que els diferencia d'altres materials, com per exemple els líquids. Segons els estudis realitzats, l'alumnat interpreta més fàcilment les situacions dinàmiques en què intervé l'aire. Però en les situacions d'equilibri, com que no hi ha moviment, creu que no hi ha cap acció produïda per l'aire. Els resultats d'una recerca realitzada entorn als experiments relacionats amb la força dels gasos (Calvet, 1993) en una seqüència de pràctiques relacionades amb la pressió, estan recollits en la xarxa i el gràfic anteriors. D'acord amb això, la bombolla de sabó és la situació que resulta més entenedora per a l'alumnat i, per tant és més fàcil la conceptualització de la força dels gasos. Per això utilitzem aquesta activitat per a la fase d'exploració.

Les activitats següents, segons el grau de dificultat d'interpretació per part de l'alumnat, són la llauna i xuclar amb una canya que utilitzarem, respectivament, per a les fases d'introducció i d'aplicació del concepte.

7.2 La pressió interna d'un gas

Aquesta activitat correspon a la introducció formal del concepte de sistema. Després utilitzarem conceptes nous com ara sistema, parts del sistema, estat inicial i final del sistema i canvi del sistema, que s'introdueixen en aquesta activitat per explicar els fenòmens. Més tard, en els crèdits de *L'energia* i *Els sistemes químics*, tornarem a utilitzar aquest concepte. Es vol donar una explicació dels fenòmens raonada en termes de les parts del sistema i l'evolució del sistema de la situació inicial a la situació final, al cas de la bombolla de sabó.

També es fa la introducció formal del concepte de pressió interna d'un gas.

7.3 La llauna

Aquesta activitat, correspon a la fase d'estructuració de la pressió dels gasos. Per realitzar l'experiment, cal seguir les instruccions indicades en les vinyetes del material de l'alumnat.

Al final de l'activitat, es demana a l'alumnat que representi mitjançant fletxes, damunt els dibuixos de la llauna, les pressions que fan l'aire de dins i de fora sobre les parets interior i exterior de la llauna. Cal vigilar que dibuixin les dues pressions, ja que tendeixen a identificar només la pressió de l'aire exterior.

La xarxa sistemàtica que recull les respostes de l'alumnat corresponents a aquesta activitat pot ser útil com a instrument d'avaluació, per veure si se segueix l'explicació dels fenòmens dels gasos o cal introduir algun element de regulació.

Un cop acabat l'experiment, es pot tornar a inflar la llauna amb la manxa d'inflar pilotes que hi ha a la caixa del crèdit.

7.4 Xuclar amb una canya

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de la força dels gasos, amb l'experiment de xuclar amb una canya.

En l'activitat 7.4.1 s'introdueix la maqueta dels pulmons dels quals s'estudiarà el funcionament al bloc cinquè, per continuar amb el símil de les parts d'un sistema: interior / paret mòbil / exterior.

8. Resum del comportament dels líquids i els gasos

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació dels coneixements. Es tracta que l'alumnat escrigui les propietats que caracteritzen el comportament dels gasos en comparació amb les afirmacions que hi ha sobre els líquids i que afegeixi després els aspectes propis dels gasos que no apareixen en els líquids, en un quadre com ara el següent:

Líquids	Gasos
Tenen forma variable	Tenen forma variable
Poden fluir, per tant s'hi poden submergir cossos que experimenten forces i pressions	Poden fluir, per tant s'hi poden submergir cossos, que experimenten forces i pressions
La densitat és característica, perquè la massa i el volum són constants	La densitat és variable, perquè la massa es conserva però el volum no
No sempre es poden fer mescles homogènies	Sempre es poden fer mescles homogènies
Les partícules estan menys separades que en els gasos i poden lliscar	Les partícules estan lliures i es mouen lliurement
	Els gasos fan força

III. La pressió

L'alumnat interpreta les situacions dinàmiques en les quals intervé la pressió com una transmissió de moviment. Però com que en les situacions d'equilibri no hi ha moviment, no hi ha cap acció produïda per l'aire, l'alumnat diu que l'aire deixa d'empènyer i, per tant, creu que l'aire atmosfèric no fa cap acció. Creu que l'aire només fa pressió quan està «premut, comprimit»; en l'atmosfera «no passa res, no hi ha pressió».

D'acord amb això, les explicacions espontànies de l'alumnat serveixen per a situacions en què l'aire està en moviment, però és més difícil que donin una explicació dels fenòmens quan l'aire està quiet. És una situació que es pot qualificar de conflicte cognitiu, ja que refusen la idea: «L'aire sempre fa pressió». No saben que la situació d'equilibri pot ser el resultat de forces antagonistes, no nul·les.

En aquest bloc treballarem amb conceptes que ja van ser utilitzats en el crèdit *La diversitat i la unitat dels materials* per l'alumnat, però potser val la pena recordar:

- * Magnitud: qualsevol propietat dels cossos capaç de ser mesurada.
- * Interacció: acció o influència mútua o recíproca.
- * Mecànica: part de la física que estudia els moviments i les forces que els produeixen.

9. La força i el pes. La pressió

9.1 El pes és una força

La **força pes** pot fer moltes coses diverses. Si un objecte està simplement sobre una taula, sembla que la força pes no faci res. Però si el deixem caure llavors, el resultat és evident. Per a l'alumnat, el pes té una multiplicitat de significacions conceptuals. El pes és una propietat que indica quantitat de coses; pot ser la grandària, la inèrcia, etc. Diuen *pesant* per dir *sòlid*, *dens*, *calent*, etc. i per indicar totes les coses difícils d'arrossegar i traslladar. No cal dir que les noies i els nois confonen pes amb volum i densitat perquè, si és veritat que totes aquestes característiques estan estretament correlacionades amb el pes, des del punt de vista de l'experiència quotidiana, es tracta efectivament d'una propietat intercanviable. En l'alumnat més petit, la percepció més immediata és aquella més pròxima al pes en sentit físic: **El pes és una força!** I en moltes activitats, la font de força és el pes. Així, doncs, no és difícil apropiat-se de la idea de pes com **una força sempre present**, que ens pot ajudar o bé obstaculitzar, però que sempre l'hem de tenir en compte.

9.1.1 La bàscula de bany

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració de la força pes i la representació de les forces a través d'esquemes.

S'aprofita la facilitat de veure la molla en una molla de puny, per fer un paral·lelisme amb les forces que intervenen en una bàscula de bany. S'estudia la representació de les forces i els esquemes de fer força en el cas de la bàscula de bany i d'una noia que empeny un armari. L'objectiu de l'activitat és que l'alumnat s'entreni a fer representacions de les forces mitjançant esquemes.

Per tal de veure que els esquemes de fer força es poden generalitzar a qualsevol situació que fem força, s'introdueix el principi general de fer força per contacte: quan un objecte fa una força sobre un altre, l'altre fa també una força igual sobre el primer, en la mateixa direcció i sentit contrari.

9.1.2 La mesura del pes

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció de la mesura de la força pes i les unitats. Es parla dels kg-força i els Newton i es proposa un parell d'exercicis per tal de familiaritzar-se amb les unitats.

9.1.3 Pesem sempre igual?

Aquesta activitat també correspon a la fase d'introducció de coneixements. L'objectiu de l'experiment és conceptualitzar que el pes és una força sempre present en els cossos sobre la Terra. I analitzar els casos que es dona simultàniament amb altres forces.

En el crèdit *La diversitat i la unitat dels éssers vius* ja s'havia introduït la idea de la necessitat de seguir un model de desenvolupament del treball de laboratori en diferents etapes.

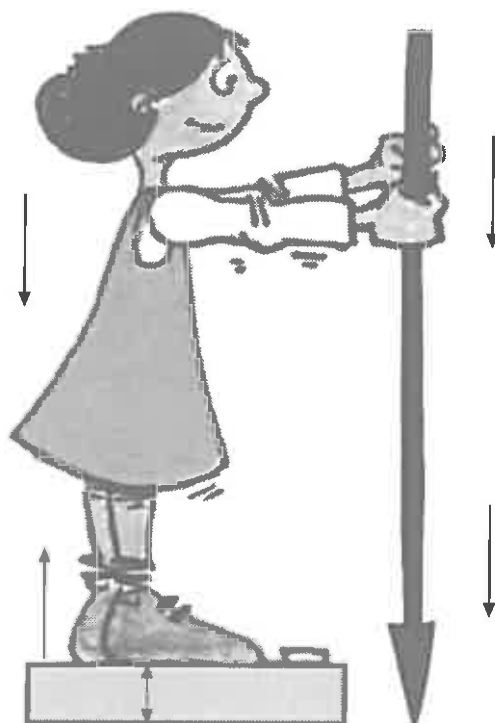
En aquesta activitat desenvoluparen les fases del treball de laboratori de manera seqüenciada que són:

1. La planificació de l'experiència, que inclou els objectes i els conceptes que es treballaran, la identificació i el control de variables, la pregunta, el plantejament d'hipòtesis i el disseny del muntatge.

2. La realització de l'experiència, que inclou el procediment, el registre i la transformació de dades.

3. l'avaluació i la comunicació, que inclou la conclusió de l'experiència, l'avaluació del mètode i els resultats i la seva comunicació.

Utilitzau el dibuix següent de referència perquè l'alumnat completi les forces dels dibuixos A, B i C.



9.2 La pressió

9.2.1 Es poden comprimir tots els materials?

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració del concepte de pressió.

Els sòlids, quan estan sotmesos a una força per les dues bandes, no es comprimeixen, però fan una força d'expansió, tal com comprova l'alumnat en la primera experiència, quan posa el prisma de fusta entre les dues balances.

Els líquids, igual que els sòlids, tampoc no es poden comprimir i fan una força d'expansió, com pot veure l'alumnat en la segona activitat, amb la xeringa plena d'aigua.

Els gasos, sotmesos a una força, malgrat que es comprimeixen, reaccionen amb una força d'expansió com si es tractés d'una molla, tal com es pot veure a la tercera experiència, amb la xeringa plena d'aire. Per això podem parlar de la «molla» dels gasos. La tercera experiència ens permet incidir en les dificultats cognitives a l'hora de conceptualitzar tant la pressió que fa un gas contra les parets del recipient, com la pressió que fa l'atmosfera sobre nosaltres a causa del seu propi pes. L'alumnat acostuma a fer-ho de manera diferent.

La conclusió a la qual volem arribar amb aquesta activitat és que els líquids i els sòlids no es poden comprimir i els gasos sí. Per això en l'activitat següent introduïrem el fet que quan apliquem una força sobre un sòlid hem de parlar de pressió, $P = F/s$, i quan l'apliquem sobre un gas, ens cal fixar-nos en la relació entre la pressió i el volum.

9.2.1.1 La pressió en els sòlids

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció del concepte de pressió, com a magnitud que relaciona la força que actua sobre una determinada superfície.

9.2.2 La pressió en els fluids

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció del principi que els fluids fan pressió en totes direccions i que transmeten la pressió exterior que els fem també en totes direccions.

Es pot utilitzar una bossa de plàstic o qualsevol altre recipient per observar el fenomen.

9.2.2.1 Unitats de pressió

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció de les unitats per mesurar la pressió. Es pot fer utilitzant el quadre d'unitats inclòs en el material per a l'alumnat, o bé alternativament l'exercici que incloem a continuació, que mostra l'equivalència entre les unitats.

Exercici

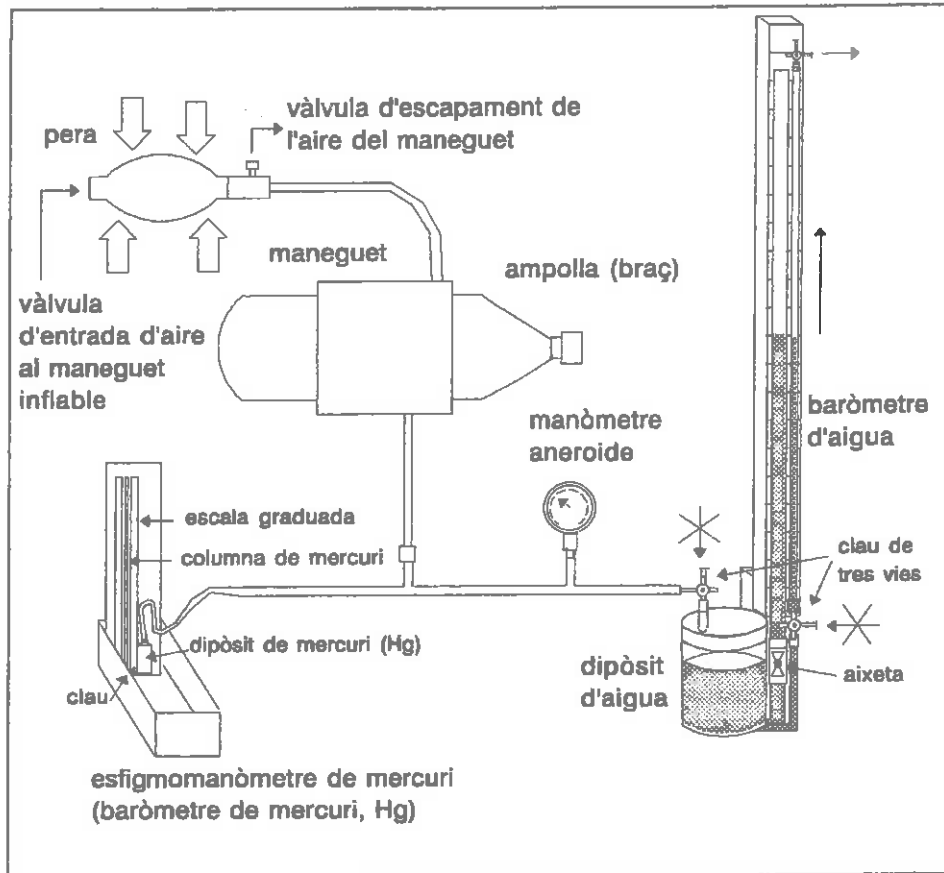
En el dibuix hi ha els tres manòmetres, un de mercuri, un d'aigua i un d'agulla, connectats al maneguet d'un esfigmomanòmetre, que envolta una ampolla de vidre, i que s'infla mitjançant una pera.

Les lectures dels manòmetres són les següents:

- altura del mercuri a l'esfigmomanòmetre $h = 8$ cm de Hg
- altura de l'aigua al manòmetre d'aigua $h = 108.8$ cm d'aigua
- posició de l'agulla en el baròmetre aneroide, escala 0-2 bar, $P = 0,105$ bar
- posició de l'agulla en el baròmetre aneroide, escala 0-2 kg-f/cm², $P = 0,108$ kg-f/cm²

Preguntes:

- a) Quina és l'equivalència entre les quatre unitats de pressió?
- b) Si la densitat de l'aigua és de $d = 1$ g/cm³, quina és la densitat del mercuri expressada en g/cm³ i en kg/m³?



Finalment, com a activitat d'aplicació i de síntesi dels diferents principis introduïts, proposem treballar la conclusió global que queda recollida en el principi general que hi ha en el requadre, construint un mapa conceptual.

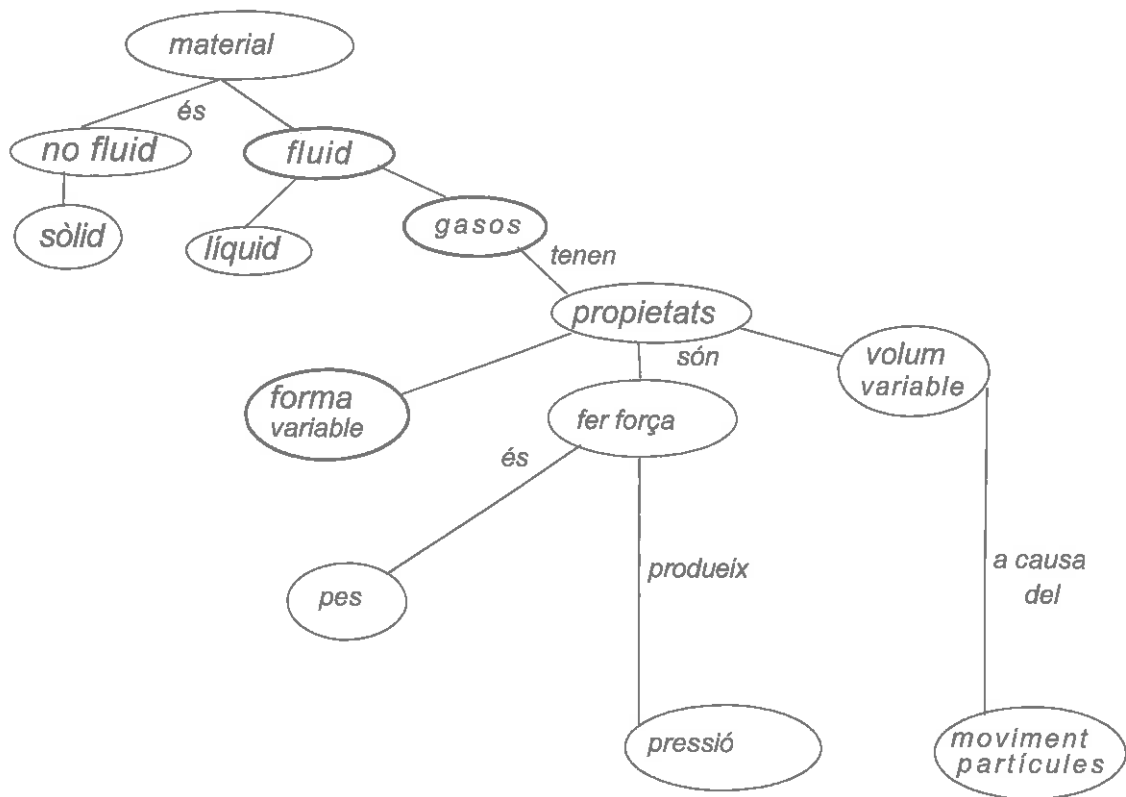
El professorat pot utilitzar com a mapa conceptual de referència el que hi ha a la pàgina següent.

Aquest mapa conceptual, en el bloc 11., «La pressió atmosfèrica», l'alumnat podrà completar-lo amb els conceptes de pressió interna i pressió externa.

9.2.3.1 Estudi dels manòmetres: d'aigua, de mercuri i aneroide

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció de la mesura de la pressió d'un gas i dels instruments adients per fer la mesura. I al mateix temps, és d'aplicació del principi que la pressió en els gasos es transmet en totes direccions.

Els baròmetres mesuren pressions de l'atmosfera i l'escala està graduada al voltant de la pressió normal. Els manòmetres mesuren pressions, utilitzen com a referència, valor 0. Els manòmetres molt precisos reben el nom de vacuòmetres.



L'objectiu d'aquesta experiència és comprendre el funcionament del baròmetre, com a manifestació del principi general que la diferència de pressions en l'equilibri són iguals.

El baròmetre permet calcular altures, mesurar diferències de pressions de gasos i de líquids, com quan s'utilitza per mesurar la pressió de la sang. I també per fer previsions del temps.

Com a activitat complementària, l'alumnat pot construir un baròmetre.

9.3 La pressió atmosfèrica

9.3.1 Immersos en un «mar d'aire»: l'atmosfera

Aquesta activitat correspon a la fase d'exploració de l'estructura de l'atmosfera, si no s'havia treballat prèviament. En qualsevol cas, es reforça la idea de «mar d'aire» i es fa la introducció del concepte de pressió atmosfèrica, les unitats de mesura de la pressió atmosfèrica i l'aparell per mesurar-la, el baròmetre.

9.3.2 La pressió atmosfèrica

A continuació es fa una activitat d'introducció formal del concepte de pressió atmosfèrica. En concret es treballa més específicament amb el model del mar d'aire, que ja havíem esmentat en l'activitat 1.2, «Què ens ensenya la bomba de buit?»

Al llarg de la història s'han construït models que mai no han estat contradictoris, però uns amb més poder explicatiu que d'altres. Aquests últims són els que han persistit. Alguns models antics expliquen millor que el model de partícules, alguns fenòmens relacionats amb els gasos. Per això que els recuperem.

9.3.2.2 Unitats per mesurar la pressió atmosfèrica

És una activitat d'introducció a les unitats per mesurar la pressió atmosfèrica i altres tipus de manòmetres, com ara el baròmetre aneroide.

9.3.3 La pressió varia amb l'altura

Aquesta activitat correspon a la fase d'estructuració del concepte de pressió, en concret es treballa la variació de la pressió amb l'altura, mitjançant un text informatiu.

9.3.4 Pujant i baixant muntanyes

Aquest altre text informatiu correspon a la fase d'aplicació de la variació de la pressió amb l'altura.

IV. Les lleis dels gasos tancats en un recipient

10. Lleis dels gasos

10.1 Boyle i la seva obra

Aquesta activitat, amb una lectura històrica introductòria sobre Boyle, correspon a la fase d'exploració de la Llei de Boyle.

10.1.1 El model de «molla» per a l'aire: observació del creixement d'una merenga

L'observació del creixement d'una merenga correspon a la fase d'introducció de la llei dels gasos que relaciona la pressió amb el volum.

10.2 Un model per a tots els gasos

10.2.1 Una maqueta del model de partícules

Aquesta activitat correspon a la fase d'estructuració del model de partícules que vertebrava el conjunt de conceptes físics del projecte, i de la idea d'aire com a barreja de gasos. L'objectiu de l'activitat és ampliar el model de partícules, augmentar el seu poder explicatiu i establir la connexió entre els dos models, el de partícules i el del «mar d'aire».

Proposem utilitzar una caixa de 20 x 20 x 20 centímetres, feta amb un reixat de galliner, i simular el moviment de les partícules amb el ventilador i diferents temperatures amb les dues velocitats del ventilador. En la temperatura més alta, les partícules es mouen a més velocitat.

En la maqueta que utilitzem, les partícules del gas, que són les pilotes, tenen moviment propi. Es tracta d'utilitzar la maqueta per simular les relacions pressió/temperatura i volum/temperatura.

Si en el crèdit *La diversitat i la unitat dels materials*, en què ja s'havia treballat amb models, l'alumnat hagués proposat altres models tridimensionals, seria bo recuperar-los i comentar-los de nou a classe.

10.3 Un viatge al món microscòpic

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació del model de partícules per explicar les variacions de volum i de pressió d'un gas.

10.3.1 Què passa quan escalfem un gas?

Aquesta activitat vol ser d'aplicació del model de partícules per explicar el comportament d'un gas quan s'escalfa.

11. Aplicació del que hem estudiat

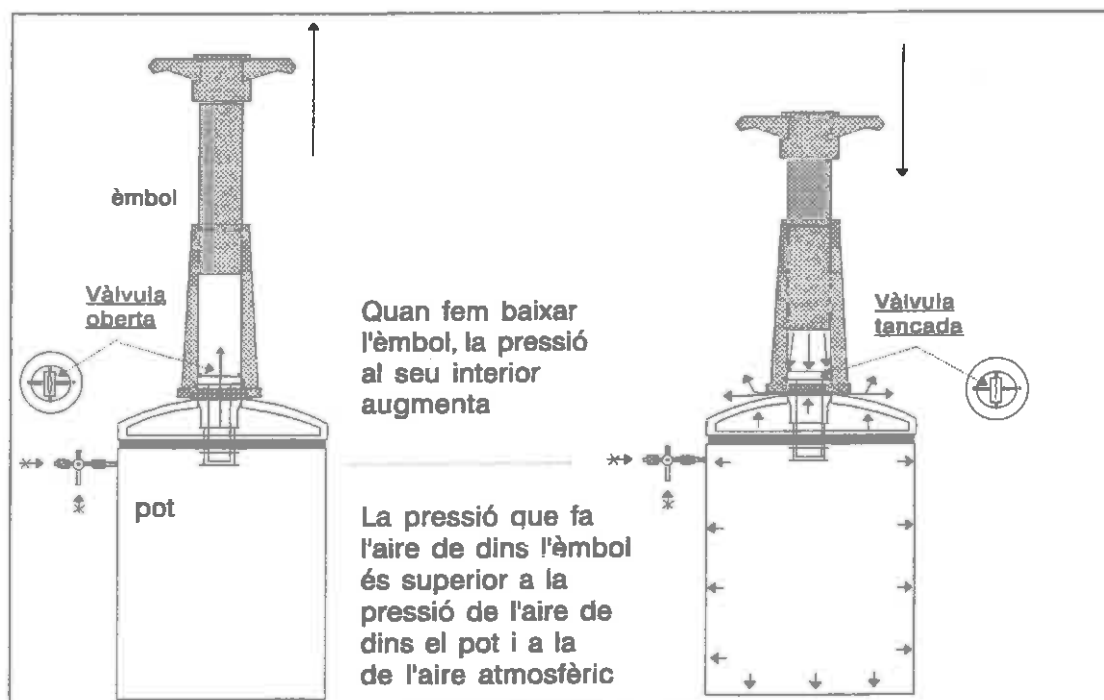
11.1 Millorem l'explicació de les experiències fetes amb la bomba d'aire

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de tots els conceptes introduïts en el crèdit, en què la idea central és la pressió dels gasos.

Es torna a la vàlvula que vam utilitzar en la bomba d'aire, per tal de donar-li una explicació relacionant la pressió de l'aire dins el pot i la pressió exterior o mar d'aire. La vàlvula és com una porta que només deixa passar en un sentit. Quan fem pujar l'èmbol, col·locat damunt la vàlvula, la pressió de l'aire dins l'èmbol és menor que la de l'aire dins el pot, i aquest flueix a través de la vàlvula; quan ha entrat aire dins l'èmbol, la pressió al pot i l'èmbol és igual i ja no flueix més aire del pot a l'èmbol.

Quan fem baixar l'èmbol, l'aire del seu interior passa a fer una pressió superior sobre la vàlvula que la fa que fa l'aire del pot i, per tant, aquest hauria de fluir de nou cap a l'interior de la bomba, però la vàlvula no deixa fluir l'aire en aquest sentit, i el fa sortir de l'èmbol per una ranura lateral.

Si accionem l'èmbol repetides vegades, el resultat final és que disminueix la quantitat d'aire a l'interior del pot de la bomba i, per tant, disminueix la pressió d'aquest contra les parets.



Es tracta de recuperar les activitats de la 7.1, «Bombolles de sabó» a la 7.4, «Xuclar amb una canya», i comprovar si són capaços de transferir els conceptes de pressió, pressió atmosfèrica i diferència de pressions a les activitats que havien fet en el bloc II.

11.1.1 Les bombolles de sabó

En el cas de les bombolles de sabó, l'alumnat hauria de treballar una conclusió com la següent:

Inicialment, la pressió de l'aire a l'interior de la bombolla és igual a la pressió de l'aire a l'exterior de la bombolla. Quan tibem l'èmbol, disminueix la quantitat d'aire dins el pot i, per tant, disminueix la pressió de l'aire de dins el pot, i exterior a la bombolla. A causa de la diferència de pressió entre l'interior i l'exterior de la bombolla, hi ha una força resultant que actua cap a fora i fa augmentar el volum de la bombolla. A mesura que

augmenta el volum de la bombolla, la pressió interior va disminuint, fins que torna a ser igual a la pressió exterior. Aleshores, la bombolla deixa d'augmentar de volum, ja que la força resultant és zero.

11.1.2 La llauna

En el cas de la llauna, la conclusió hauria de recollir els aspectes següents: inicialment, la pressió de l'aire a l'interior de la llauna és igual a la pressió de l'aire a l'exterior de la llauna.

Quan accionem l'èmbol, la quantitat d'aire disminueix i, per tant, la pressió de l'aire interior de la llauna disminueix. A causa de la diferència de pressió entre l'interior i l'exterior de la llauna, hi ha una força resultant que actua cap a dins la llauna i l'aixafa fent disminuir el seu volum. La llauna aixafada conté menys quantitat d'aire en un volum menor, per tant, la pressió torna a augmentar fins que és igual a la pressió exterior. Ara la força resultant, a causa de la diferència de pressions, torna a ser zero.

11.1.3 Xuclar amb una canya

En l'experiment de xuclar amb una canya, la conclusió hauria de ser: inicialment, les pressions de l'aire a l'interior dels pulmons (B), el que envolta els pulmons (C) i a l'exterior del muntatge (A) són iguals. Quan fem baixar el diafragma, com que augmenta el volum, la pressió de l'aire C disminueix i, per tant, passa a ser menor que la de l'aire B. Ara la força resultant, per la diferència de pressions, actua de B cap a C i fa que els pulmons s'inflin.

Com a conseqüència del canvi en el volum dels pulmons, la pressió de l'aire B disminueix i esdevé menor que la de l'aire A. Ara la força resultant, a causa d'aquesta diferència de pressió, fa que l'aigua pugi pel tub. L'aigua deixa de pujar quan les pressions tornen a ser iguals i, per tant, les forces resultants són zero.

Finalment proposem que l'alumnat raoni les conclusions en termes del model de partícules.

11.2 Construcció d'una font d'Heró

Aquesta activitat correspon també a la fase d'aplicació de la pressió. Es tracta que l'alumnat construeixi la font d'Heró, tal com s'indica en el dibuix que hi ha en el material per a l'alumnat, i que doni una explicació del funcionament en termes de diferència de pressions.

Es pot proposar a l'alumnat que la faci a casa, ja que és una activitat d'ampliació.

V. Interacció éssers vius-atmosfera

12. Els éssers vius utilitzen gasos de l'atmosfera

12.1 La fotosíntesi

*** Què canvia en l'aire com a conseqüència de la vida de les plantes?**

12.1.1 Canvis en l'entorn de la planta

- Quin gas consumeixen les plantes quan estan exposades a la llum?
- Quin gas deixen anar les plantes quan estan exposades a la llum?
- Què hem estudiat fins ara?

12.1.2 Canvis dins la planta

- Per a què serveix aquest intercanvi de gasos?
- empremtes de midó. El test del iode.
- No es fabrica midó si no hi ha clorofil·la.

*** Per a què serveix la fotosíntesi?**

12.1.3 Demostrem què necessiten les plantes per fabricar midó.

12.1.4 Exercici de síntesi: per què és important la fotosíntesi?

12.1.5 Exercici d'aplicació: el planeta verd

QUÈ EN SAPS?

Passem a resumir les principals concepcions de l'alumnat sobre els processos d'alimentació, fotosíntesi i respiració, donat que són processos relacionats entre ells.

Les concepcions de l'alumnat sobre la nutrició de les plantes verdes¹

Són molts els estudis que s'han fet sobre les concepcions que tenen els nois i les noies de la nutrició de les plantes verdes. El tema és present tant en els currículums de l'ensenyament primari com en els de l'ensenyament secundari.

Presentem a continuació un resum de les conclusions a les quals s'ha arribat després de les diverses investigacions realitzades.

Caracterització de les concepcions en l'ensenyament primari

Són pocs els estudis que s'han fet en aquest camp conceptual que incloguin alumnes de primària, possiblement perquè és una temàtica poc accessible a l'alumnat d'aquest nivell. Malgrat això, sol estar present en les aules de primària i és allà que es generen algunes de les idees que tindran més incidència en la construcció escolar relativa a aquest camp conceptual.

Dividim la descripció de les concepcions dels alumnes en tres apartats: sobre l'alimentació, la fotosíntesi i la respiració.

a) L'alimentació

* Els alumnes entenen l'alimentació de les plantes com un procés que es desenvolupa prenent substàncies de terra a través de les arrels. Aquests aliments són els que es poden trobar a terra, és a dir, l'aigua i les substàncies minerals principalment. L'alumnat assimila el procés d'alimentació dels vegetals al dels animals, és a dir, l'aliment prové de l'exterior (en el cas dels vegetals de la terra) i l'arrel fa el paper de la boca.

* Els és difícil identificar el midó com un aliment, tot i que poden emprar adequadament el concepte d'aliment en el cas de l'alimentació humana.

b) La fotosíntesi

De les dades aportades per l'equip de l'Institut National de la Recherche Pedagogique (INRP), 1976, destaca l'apreciació que fan sobre la incapacitat dels nens i nenes de primària per abordar el problema de la fotosíntesi, i s'estima que cap a 12 anys podria començar a ser possible una aproximació coherent al tema.

¹ Resum extret de: CAÑAL, P. *Las concepciones de los alumnos y las alumnas sobre la nutrición de las plantas verdes*. Investigación en la escuela , 13 pàg. 97-113.

* És general la idea que la llum solar es necessita per a un bon desenvolupament de les plantes i, en particular, per a la fotosíntesi, però el paper de la clorofil·la és totalment desconegut.

* El paper que s'atribueix a la llum és de contribuir a millorar la salut de la planta, enforteix la planta com una vitamina o un reconstituent. La clorofil·la s'associa amb qüestions com ara «netejar l'atmosfera» o «combatre la contaminació, etc., idea vinculada als missatges publicitaris.

c) La respiració

El procés de respiració en les plantes no és obvi, no presenta signes externs fàcilment observables, com en el cas dels animals. Tot això explica la dificultat de comprensió dels processos que impliquen intercanvis gasosos i encara més aquells en els quals hi ha implicades transferències energètiques.

* Els nens i nenes de primària coneixen els intercanvis gasosos de les plantes, però tots inclosos en el procés de la respiració. Així, els intercanvis fotosintètics seran interpretats com una forma de respiració especial que tenen les plantes diferent de la dels animals o contrària a la d'aquests.

* La respiració s'entén exclusivament com a intercanvi gasós. Alguns autors assenyalen que això pot ser degut al fet de que conceptes com el de gas, energia i canvi químic són difícils d'assolir en aquest nivell.

Caracterització de les concepcions en l'ensenyament secundari

De la mateixa manera que en el cas de l'ensenyament primari efectuarem la revisió de les concepcions de secundària, organitzant-les entorn als nuclis d'alimentació, fotosíntesi i respiració.

a) Alimentació

Moltes de les tendències detectades en l'alumnat de primària encara són presents en l'alumnat de secundària.

* Persisteix la idea que les plantes tenen una alimentació externa, a partir de les substàncies presents en el sòl o en contacte amb les arrels. Així, les arrels tenen la funció de la nutrició de la planta i en tot cas les fulles actuarien com a meres receptores d'aquests aliments. Aquesta concepció, segons assenyalen diferents autors, es presenta com a enormement estable i resistent la correcció per mètodes estàndard.

Diferents autors assenyalen la dificultat que tenen els nois i noies per entendre el concepte d'energia, els gasos com a substàncies, l'ésser viu com un sistema químic i aliment.

* Les concepcions que té l'alumnat quant a la nutrició de les plantes les podríem resumir en les següents:

- La planta es nodreix sobre tot de terra.
- No els preocupa la font de carboni de la planta.
- Nutrició i intercanvi gasós són fets independents.
- El que és fonamental és la captació de substàncies minerals del terra.
- Tenen una gran dificultat per diferenciar les substàncies orgàniques de les inorgàniques.
- Per a l'alumnat, el més important és el creixement i això ho relaciona amb la nutrició mineral, no amb la fotosíntesi.

b) La fotosíntesi

Per a l'alumnat d'aquesta etapa, l'alimentació/nutrició de les plantes fa referència habitualment a la incorporació d'aigua, sals minerals i altres substàncies del sòl, fins i tot a vegades de l'aire. La fotosíntesi, en canvi, es relacionarà amb intercanvis gasosos i amb una misteriosa intervenció de la llum solar, tot això gens connectat amb l'alimentació de la planta, però sovint molt pròxim als fenòmens respiratoris.

Les concepcions més freqüents serien:

- * Les plantes usen l'aire en el sentit oposat als animals.
- * La fotosíntesi és la manera de respirar de les plantes.
- * És difícil de comprendre el fet que la combinació d'un líquid i un gas gràcies a la llum del sol pugui produir un sòlid i un altre gas.
- * El creixement es derivarà directament de l'acumulació de noves aportacions de sals minerals dissoltes amb aigua, no de la síntesi de substàncies orgàniques a partir de substrats minerals.
- * Es considera que la fotosíntesi és una modalitat de respiració, fixant l'atenció exclusivament en l'intercanvi gasós i ignorant el sentit més global del procés.

c) La respiració

Les concepcions de l'alumnat sobre la respiració sembla que adquireixen un major nivell de complexitat quan les noies i els nois van accedint a informació relativa a la fotosíntesi. Un moment crucial en l'aprenentatge d'aquest tema sembla situar-se en el tipus de relació que estableixen entre els processos d'intercanvi respiratori i els que acompanyen la fotosíntesi.

Les concepcions més freqüents en aquesta etapa són:

- * Les plantes usen l'aire en sentit oposat a com ho fan els animals, com ja hem vist en l'apartat anterior. Aquesta idea va acompanyada de la consideració de la respiració com un fet merament d'intercanvi gasós i de la convicció, en molts casos, que les

plantes no respiren (ja que fan la fotosíntesi) o bé només ho fan a la nit.

* Molts nois i noies entenen que els problemes d'intercanvi gasós són independents de la nutrició (els associen més aviat a fenòmens respiratoris exclusivament).

* Creuen també que les plantes són malsanes de nit perquè expulsen diòxid de carboni, més que perquè consumeixen oxigen. És corrent que entenguin el diòxid de carboni com una substància nociva i perillosa, que difícilment serveix per alguna cosa profitosa.

* El fet d'entendre la respiració exclusivament com un procés d'intercanvi gasós, **sense una funció clara en l'organisme**, provoca interferències en el tractament dels fenòmens de la fotosíntesi. Així, resumeixen la fotosíntesi en un intercanvi de gasos poc o gens diferenciat de l'intercanvi respiratori.

Així podríem resumir les concepcions de l'alumnat entorn a la respiració de la manera següent:

- No es comprèn la naturalesa i funció de la respiració de les plantes.
- No es comprèn que la respiració és un procés de conversió d'energia.
- Es considera la respiració com a sinònim de presa i expulsió d'aire.
- Es comprèn molt poc la relació entre fotosíntesi i respiració de la planta.

APRENEM-NE MÉS

* **Què canvia com a conseqüència de la fotosíntesi?**

15.1.1 Canvis en l'entorn de la planta

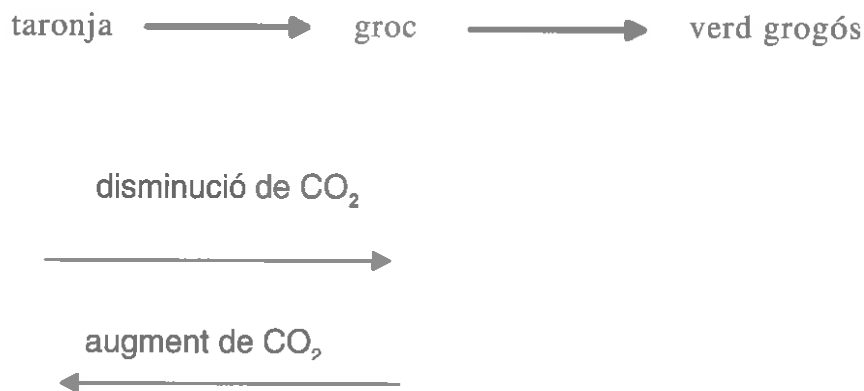
Quin gas consumeixen les plantes?

L'objectiu d'aquesta activitat és identificar, mitjançant un indicador, el diòxid de carboni que consumeixen les plantes durant el procés de la fotosíntesi. L'indicador canvia de color segons les variacions de la concentració de CO₂ que hi ha dins el pot quan aquest es deixa a la foscor i quan és exposat a la llum del sol.

Originàriament l'indicador és de color groc. Posem el tub d'assaig amb l'indicador dins el pot i el deixem tota la nit.

El color groc ha passat a taronja

A continuació posem el pot a la llum del sol durant força hores. L'indicador que era taronja **s'ha anat tornant de color groc primer i després verd grogós.**



Conclusions

Es tracta que l'alumnat interpreti les variacions de concentració de CO₂ a partir de les variacions de color de l'indicador.

El color taronja indica presència de CO₂
 El color verd grogós indica absència de CO₂

Efectivament, la planta durant el dia consumeix CO₂ en el procés de la fotosíntesi i, per tant, la quantitat que queda al pot és cada vegada més petita. L'indicador és, en conseqüència, de color verd grogós.

Alerta! Tingueu en compte que **durant el dia la planta també respira** i per tant produeix una petita quantitat de CO₂, el que succeeix és que el consum que es produeix per fotosíntesi és molt més gran i, per tant, el balanç és favorable a la disminució total de diòxid de carboni.

Durant la nit, la planta no consumeix CO₂ ja que no pot realitzar la fotosíntesi. En el pot es detecta la quantitat de diòxid de carboni present en l'aire, més la que es produeix per la respiració de la planta.

Quin gas deixen anar les plantes?

Muntatge de l'experiència: per fer aquesta experiència el material serà subministrat pel CDECiències. L'aparell consta d'un pot hermètic que porta uns elèctrodes connectats a una font d'alta tensió que permetrà encendre l'espelma des de fora del pot. L'objectiu d'aquesta experiència és identificar el gas que deixen anar les plantes, és a dir, l'oxigen.

L'aparell dissenyat ens permet encendre l'espelma des de fora, ja que si obríssim el pot per posar-la dins modificaríem la composició de l'aire del pot i l'experiència no seria vàlida.

En la caixa de material que acompanya aquest crèdit, no hi trobareu el muntatge anteriorment descrit, ja que és complicada la seva comercialització. El que sí que hi trobareu són unes espelmes per posar dins el pot i una lupa per poder encendre l'espelma des de fora amb els rajos del sol i la lupa. És convenient que poseu més d'una espelma (dues o tres) dins el pot perquè la transpiració de la planta durant les hores de llum humiteja el ble de l'espelma i pot dificultar que s'encengui amb facilitat.

Posarem la planta dins el pot d'aigua i tot això dins el pot hermètic. És preferible que la planta tingui moltes fulles petites més que poques i grans. També l'agafarem amb una mica d'arrel.

Deixem cremar l'espelma en primer lloc per consumir una part de l'oxigen que té l'aire i ens assegurem bé que l'espelma ja no pot cremar més. Alerta!, això no vol dir que s'hagi consumit tot l'oxigen del pot, sinó que amb el que queda no n'hi ha prou per produir la combustió de l'espelma. Aquest procés pot durar uns 40 segons aproximadament.

Ho deixarem al sol durant tot un matí i el tindrem tapat amb una bossa blanca de plàstic per evitar que els rajos infrarojos del sol augmentin massa la temperatura del pot.

Si el dia és núvol, caldrà tenir-lo més d'un dia (recordem que en l'experiència de Priestley, la planta restava dins la campana uns 10 dies). Això es fa amb la finalitat de veure com la planta va modificant la composició de l'aire del seu voltant. Passat aquest temps, comprovarem com l'espelma pot tornar a cremar, és a dir, es pot produir de nou la combustió; per tant, vol dir que ara hi ha oxigen en una proporció superior a la que hi havia abans que la planta l'haguéssim deixat dies a la llum.

Conclusió: la planta durant el procés de la fotosíntesi ha produït oxigen i el podem detectar perquè l'espelma crema de nou.

Tingueu en compte que potser caldrà insistir dues o tres vegades per encendre l'espelma, i que probablement s'apagarà de seguida, però l'experiència ens demostra que hi ha oxigen, en poca concentració, però prou per produir la combustió de l'espelma.

Què hem estudiat fins ara?

En aquesta activitat es pretén fer una síntesi de les dues experiències anteriors que tenen l'objectiu d'identificar quins són els gasos que intervenen en l'intercanvi de la planta amb l'aire que l'envolta.

Hem de tenir en compte que la planta realitza dos processos metabòlics diferents, encara que hi intervinguin els mateixos gasos com a productes inicials i finals.

Un és la respiració, en la qual la planta obté energia absorbint oxigen i desprenent diòxid de carboni. Aquest procés es realitza sempre, si bé la intensitat de la respiració depèn del tipus de planta, del moment del dia i de l'època de l'any.

El segon procés és la fotosíntesi, en la qual la planta sintetitza glucosa a partir del diòxid de carboni, la llum solar i aigua, i es desprèn oxigen. Aquest procés es realitza solament en presència de llum. Comptant el balanç diari i anual, la planta absorbeix més CO_2 (que serveix per construir les molècules orgàniques de la planta) que el que desprèn i elimina més oxigen que el que consumeix.

Després d'aquestes dues activitats estudiarem quins són els canvis que es produeixen dins la planta com a conseqüència d'aquest intercanvi de gasos.

12.1.2 Canvis en la planta

Per a què serveix aquest intercanvi de gasos?

Definim la fotosíntesi com un procés de síntesi amb la llum. El que es fabrica és *l'aliment* per a la planta, és a dir el *midó*. És molt important treballar la idea que el midó és un aliment, ja que en l'accepció més corrent de la paraula, s'identifica aliment amb carn, patates, verdura, llet..., però no amb midó.

En aquesta activitat es fan proves de reconeixement del midó en fulles de plantes i de diferents aliments. L'objectiu d'aquesta pràctica, doncs, és reconèixer el midó com un aliment, com dèiem abans. Es tracta que l'alumnat, a partir de la seqüenciació d'activitats proposades, arribi a entendre la fotosíntesi com un procés de nutrició a partir del qual les plantes fabriquen el seu aliment, i aquest és el sucre que s'emmagatzema en forma de midó.

Durant el procés de la fotosíntesi, les plantes fabriquen glucosa (un tipus de sucre) que si no és utilitzat immediatament per produir energia, s'emmagatzema en forma de midó o bé de cel·lulosa. El primer actua com a substància de reserva i pot convertir-se de nou en glucosa i ser utilitzada com a font d'energia. La cel·lulosa fa que la planta es mantingui forta i rígida.

Hem optat per no introduir a l'alumnat el concepte de sucre, perquè creiem que el raonament que hem fet en el paràgraf anterior és complicat en aquesta edat. Es tracta en definitiva de deixar clar el següent:

La planta a través del procés de la fotosíntesi, fabrica el seu propi aliment, que és el midó, i aquest el podem identificar mitjançant la prova del lugol. Aquest procés transcorre fonamentalment en la fulla i per això detectem midó en la fulla.

Conseqüentment, podrem reconèixer midó en els aliments d'origen vegetal i no el trobarem en els d'origen animal. La reacció que es proposa d'identificació del midó és la del lugol. Aquest es torna de color violeta fosc quan en la mostra hi ha midó.

La prova de decolorar la fulla podria fer-la el professor per estalviar material i temps.

Cal remarcar que la mortadel·la en principi hauria de donar reacció negativa al lugol, en canvi a vegades la reacció és positiva. Es pot aprofitar per comentar amb els alumnes que determinats additius que es posen als aliments contenen midó, i per això la prova és positiva. La mortadel·la, com més barata és, més midó conté.

El midó, o fècula (terme utilitzat com a sinònim de midó), és un producte que augmenta de volum quan s'hidrata, és viscos i actua com a espessidor, per això s'utilitza com a adulterant en el procés de fabricació de molts embotits.

Empremtes de midó. El test del iode

El midó és una substància que es fabrica durant el procés de la fotosíntesi, per tant es necessita llum solar per tal que es produeixi aquesta síntesi.

En la fulla 1, la reacció és lleument positiva perquè resta midó del que s'havia produït abans de posar-la en la foscor.

En la fulla 2, la reacció és negativa, perquè durant els tres dies que aquesta s'ha mantingut a les fosques, el midó s'ha utilitzat com a font d'energia per a la fulla. Recordem que el midó és una substància de reserva per a la planta que pot utilitzar-se quan no hi ha prou producció de glucosa.

Aquest raonament és difícil per a l'alumnat en aquesta etapa, però podran deduir que en una fulla que durant tres dies no fa fotosíntesi, no s'hi pot trobar midó, perquè no hi ha hagut síntesi d'aquesta substància.

En la fulla 3, que es torna a deixar a la llum excepte en una petita zona que està coberta; és fàcil deduir que la reacció serà positiva excepte en l'àrea que hem preservat de la llum.

No es fabrica midó si no hi ha clorofil·la

Aquesta és una experiència d'identificació del midó amb fulles variegades. L'objectiu és demostrar que la síntesi del midó sense clorofil·la no es produeix.

Les fulles variegades són fulles en què la distribució de la clorofil·la és irregular. Allà on no n'hi ha, la fulla presenta un color blanquinós.

Si no hi ha clorofil·la, el procés de la fotosíntesi no es pot produir perquè l'energia del sol no és capturada i en conseqüència tampoc hi ha síntesi de midó. Així, quan es fa la prova del lugol, ha de ser negativa allà on la fulla és blanca i positiva allà on és verda.

APRENEM-NE UNA MICA MÉS

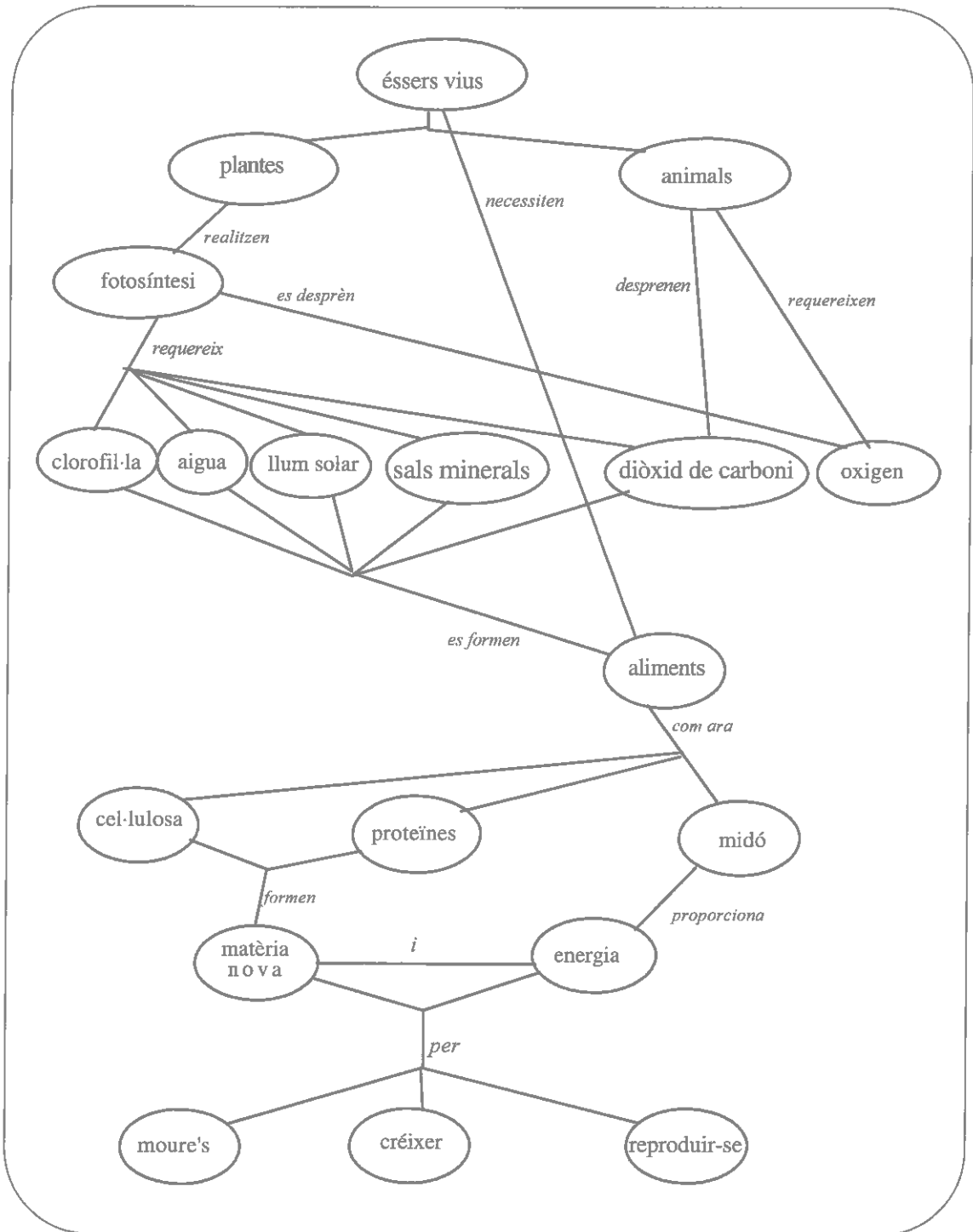
12.1.3 Demostrem què necessiten les plantes per a fer midó

Amb aquesta activitat pretenem fer una síntesi del procés global de la fotosíntesi i escriure'l en forma de reacció química molt simplificada.



12.1.4 Exercici de síntesi. Lectura: per què és important la fotosíntesi?

Un possible mapa conceptual de la lectura proposada seria el següent:



Lectura: *El planeta verd*

Es tracta d'una activitat d'aplicació del concepte de fotosíntesi. Pretenem que l'alumnat pugui reconèixer els organismes vegetals com a productors d'oxigen i de matèria orgànica i, per tant, valorin la seva importància en el manteniment de les espècies animals.

Els boscos tropicals regulen el flux d'aigua i protegeixen les conques per als agricultors que cultiven aliment per a més de 1.000 milions de persones; regulen el clima, produeixen oxigen, retiren CO₂, proporcionen fusta i llenya per cremar.

12.2 La respiració

QUÈ EN SABEM?

En la guia del professorat de l'apartat de fotosíntesi hi ha un resum de les idees principals de l'alumnat sobre aquest tema. És una orientació per interpretar les respostes dels nois i noies a aquest qüestionari.

APRENEM-NE MÉS

*** Què canvia en l'aire i en l'organisme com a conseqüència de la respiració?**

12.2.1 Quins gasos de l'aire intervenen en la respiració?

Amb aquest senzill càlcul, els alumnes veuen com la composició de l'aire es modifica després d'haver passat pels pulmons.

És interessant fer-los notar que l'aire expirat també conté alts nivells de vapor d'aigua.

En la respiració artificial, l'oxigen residual de l'aire expirat pel que practica la respiració és aprofitat pel pacient.

12.2.2 Parts de l'organisme que intervenen en la respiració

Quins músculs intervenen en el procés de la respiració?

Cal recordar els resultats de les experiències amb la bomba d'aire. La discussió permetrà a l'alumnat entendre que les respiracions profundes impliquen l'expansió de la caixa toràctica (costelles) i les respiracions més superficials impliquen el diafragma exclusivament.

El diafragma és una làmina robusta de múscul esquelètic en forma de cúpula que separa la cavitat toràctica de l'abdominal. En la inspiració, els músculs intercostals es contreuen activament fent que les costelles i l'estèrnum es desplacin cap a dalt i endavant. El diafragma baixa (s'aplana). Tot això aconsegueix augmentar la profunditat del tòrax. En aquesta posició l'aire és aspirat des de l'atmosfera cap a dins els pulmons.

En l'aspiració els músculs intercostals es relaxen, les costelles i l'estèrnum es desplacen cap avall i endins, i el diafragma puja recuperant la forma de cúpula original.

La interpretació dels dibuixos de la pregunta 5 és la següent:

En A, la posició del cos afavoreix que els òrgans abdominals actuïn com un pistó contra el diafragma, fent que l'aire surti. En B, la posició dels òrgans afavoreix l'entrada de l'aire.

En C, la pressió aplicada comprimeix la part inferior de la caixa i disminueix així la capacitat del tòrax, l'aire es mou cap a fora. Quan s'elimina la pressió en el tòrax, aquest retorna a la posició prèvia i l'aire és aspirat cap a l'interior.

Com són els pulmons?

- Pretenem que l'alumne vegi que el pulmó esquerre és més petit a causa de la posició del cor.
- Els anells de cartílag de la tràquea permeten que aquesta estigui sempre oberta (fins i tot quan l'aliment passa per l'esòfag o durant la inspiració),
- Les artèries es diferencien de les venes perquè tenen la paret més gruixuda.
- És important que l'alumnat s'adoni que el recorregut de l'aire d'entrada i de sortida és el mateix.
- Es recomana fer servir un tub qualsevol col·locat directament a la tràquea per inflar els pulmons.
- El mucus que recobreix la tràquea serveix perquè les partícules sòlides que puguin haver passat amb l'aire quedin enganxades i posteriorment, amb moviments espasmòdics com ara la tos, i amb l'ajut dels cilis microscòpics que recobreixen la tràquea, aquestes partícules seran impulsades cap a l'exterior.

Com funcionen els pulmons?

En aquest cas, l'aire de fora dels pulmons fa força sobre l'interior dels pulmons fins que aconsegueix igualar les pressions de dins i de fora. L'alumnat sembla que té dificultats per explicar que la causa del moviment que condueix a l'equilibri, és la força que fa un material contra un altre, quan un d'ells és un obstacle per a l'altre, i que el sistema es desplaça fins que equilibra les pressions.

El paràmetre que descriu l'equilibri és la **igualtat de pressions**. A partir del conjunt format per les tres experiències de xuclar amb una canya, la de les bombolles de sabó i la dels pulmons, es tracta que l'alumnat indueixi el principi general que en l'equilibri **les pressions són iguals**.

12.2.3 La respiració, una funció de tots els organismes

Intercanvi de gasos entre l'aire i la sang

És molt important que l'alumnat entengui que els pulmons no són bosses que s'omplen i buiden d'aire, sinó que tenen una estructura molt més complexa. Alerta! el model-maqueta de pulmons que fèiem servir, serveix per explica el funcionament d'aquests, és a dir, el procés pel qual l'aire entra dins els pulmons, però aquesta maqueta no ens diu res sobre l'estructura complexa que tenen els pulmons, per això hem fet una dissecció. Cal que sàpiguen reconèixer en què és vàlida la maqueta i en què no ho és. La maqueta serveix per representar les diferències de pressió en la ventilació, però no es representa l'anatomia dels pulmons.

Veient el cartell de morfologia, els explicarem que el recorregut que fa l'aire d'entrada i de sortida és el mateix, i els mostrarem els alvèols. També els farem veure el gran nombre de vasos sanguinis que circulen pel pulmó. No és possible veure que les membranes dels alvèols són permeables als gasos, però si que és possible veure que les seves parets són fines i que suposen una gran superfície per a l'intercanvi de gasos amb la sang.

Quan fem una inspiració, l'aire carregat d'oxigen arriba als alvèols pulmonars. L'oxigen passa a la sang i és transportat pel cos fins arribar a totes les cèl·lules. Aquesta mateixa sang recull el CO₂ que resulta de la respiració cel·lular i el transporta fins als alvèols, on serà expulsat a l'exterior.

Un gas es desplaça des d'on hi ha una concentració més elevada d'aquest gas cap a una altra zona, en què la concentració del gas sigui menor.

La concentració d'oxigen als alvèols és més elevada que no pas a la sang que retorna a les cèl·lules; així, l'oxigen es desplaça (difon) des dels alvèols fins la sang. Quan aquest arriba al plasma sanguini es combina amb l'hemoglobina, pigment que transporta l'oxigen, i la sang adquireix un color vermell intens.

La concentració d'oxigen en els espais que envolten les cèl·lules és molt baixa, mentre que en la sang dels capil·lars del voltant és molt alta; així, doncs l'oxigen, es difon des

de la sang fins l'interior de les cèl·lules. Quan això ha passat, la sang queda d'un color vermell més fosc.

Recordem que aquest oxigen, un cop dins les cèl·lules, es combina amb les molècules d'aliment que estan dins la cèl·lula per alliberar l'energia continguda en aquest. Aquest procés de combustió produeix a més a més CO_2 com a producte resultant. Aquest CO_2 surt de les cèl·lules pel mateix fenomen de diferència de pressions entre l'interior i l'exterior de la cèl·lula, i passa a la sang dels capil·lars que envolten les cèl·lules. Quan aquesta sang arriba als capil·lars dels alvèols, el CO_2 , per diferència de pressions es difon cap als alvèols, des d'on serà expulsat a l'exterior.

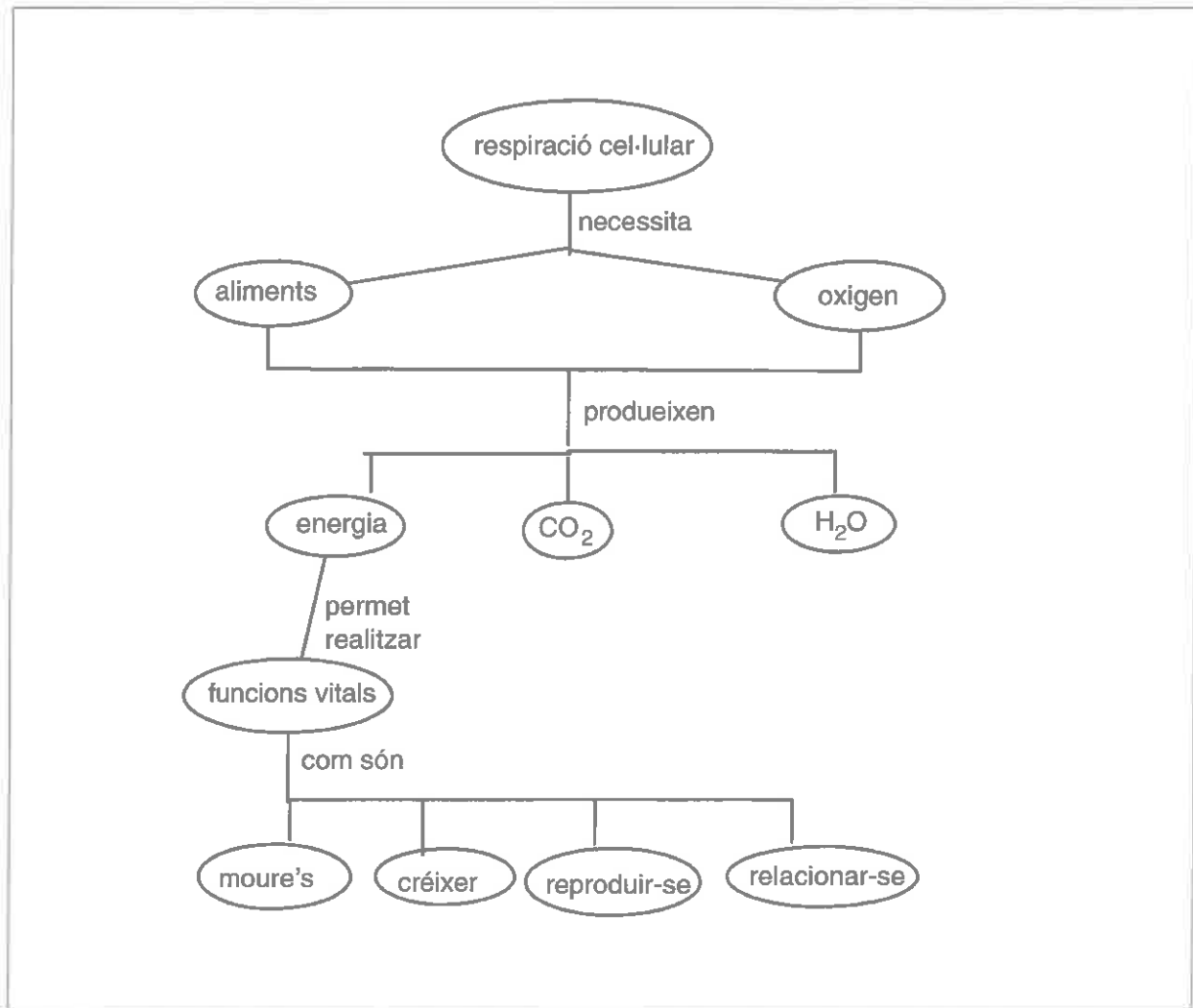
Tots els organismes respiren

És important que l'alumnat sigui conscient que tots els organismes, tant vegetals com animals, respiren.

Els vegetals respiren per tota la seva superfície. Molts animals també (exemple: granota, cuc de terra). Els animals que tenen la superfície del cos protegida (escates, pèl, greix...) han de desenvolupar òrgans especials per a la respiració: brànquies (peixos, capgrossos...) o pulmons (mamífers). Alguns animals amb respiració cutània són massa grossos i la seva pell no pot proporcionar-los tot l'intercanvi de gasos necessari: per això presenten també òrgans especials per a la respiració (ex: granotapell i pulmons, capgròs, brànquies i pell).

Respirar, per què? Lectura

Us afegim a continuació un possible exemple de mapa conceptual tenint en compte que n'hi hauria altres de possibles.



12.2.4 Tabac i salut

Comencem amb una pregunta d'exploració per saber què sap l'alumnat sobre el tabac i els efectes que produeix en la salut de les persones.

El fum de les cigarretes

En aquesta experiència es pretén posar de manifest algunes de les substàncies del tabac que són perjudicials per a la salut. Així, doncs, comprovaran com el cotó de la cigarreta encès queda impregnat de quitrà i també identificaran, per mitjà de l'indicador ja conegut d'altres activitats, el CO_2 produït en la combustió de la cigarreta.

Si sabem que fumar és perjudicial, per què la gent fuma?

En aquesta experiència es pretén que reflexionin sobre les actituds que les persones prenem davant de problemes, que com el fumar, afecten la salut individual i col·lectiva de la població.

Què cal saber sobre el tabac?

Es dóna una lectura sobre els efectes del tabac. Es pretén donar una informació que els serà útil per entendre les experiències posteriors. Caldria llegir la lectura a classe i simplement anar debatent amb els nois i noies aquells aspectes de la lectura que no compreguin, tant si són de vocabulari o de comprensió general del text.

Algunes malalties de l'aparell respiratori. (activitat optativa)

En les malalties, considerem:

- símptomes: conjunt de canvis en el cos que revelen la malaltia;
- causes: el que és a l'origen de la malaltia;
- influències: elements que afavoreixen la malaltia.

La llista següent no és exhaustiva però ajudarà el professorat a solucionar les qüestions que els alumnes posin sobre les malalties de l'aparell respiratori. Seria interessant que es parlés de possibles malalties que alguna persona de la classe o algun familiar tinguin.

També val la pena començar a parlar dels ambients sans per evitar al màxim les malalties: ambient sense fum, ciutats sense contaminació, classes airejades...

FARINGITIS I AMIGDALITIS

DEFINICIÓ: inflamació de la mucosa de la faringe (faringitis). Si està localitzada en les amígdals s'anomena *amigdalitis*.

CAUSES: en general una infecció de microorganismes.

INFLUÈNCIES: baixada de temperatura sobtada o factors irritants com ara el tabac, certs fums o l'alcohol.

Ja que la faringe és un lloc de pas tant dels aliments com de l'aire, és fàcil que microorganismes continguts en ells puguin infectar-la. Les amígdals són grups de cèl·lules que tenen per missió aturar la infecció que pot entrar de l'exterior. Però en infeccions importants, no tenen mecanismes de defensa adequats i la infecció avança per la zona de la faringe. Quan hi ha una infecció **aguda** de la faringe, s'anomena **angines**. També, en certes persones, hi ha una inflamació constant anomenada **faringitis crònica**.

Les angines es manifesten moltes vegades juntament amb el catarro comú o després, i són fruit de la infecció d'un virus. La inflamació origina mal de coll, que es manifesta en menjar, i en molts casos tos. També es pot tenir febre i mal de cap.

Les amigdalitis es manifesten amb símptomes similars, però són produïdes per bacteris i, a més, hi ha puntets blancs en la zona de les amígdales. Produeixen febre elevada.

Aquestes malalties es contagien fàcilment mitjançant les gotetes de saliva que s'expulsen amb la tos i que queden en l'aire. Són malalties que no són greus però que, si no es curen bé, poden portar complicacions.

La inflamació de la faringe està afavorida pel fum del tabac i per altres fums irritants, l'abús de begudes alcohòliques i els climes freds, sobretot el canvi sobtat de temperatura. Cal evitar al màxim les situacions que poden afavorir la infecció.

S'ha de vigilar cap a on dirigim el cap si tenim tos. Podríem afavorir el contagi dels que ens envolten. La irritació permanent del coll deguda fonamentalment a l'alcohol o al tabac afavoreix les **faringitis cròniques**.

BRONQUITIS

DEFINICIÓ: inflamació de la mucosa que cobreix els bronquis que produeix en general tos i expectoració.

CAUSES: en general, una infecció.

INFLUÈNCIES: les mateixes que la faringitis.

Les bronquitis agudes poden degenerar en **bronquitis cròniques**, fonamentalment en persones fumadores o en fumadors passius. També hi influeix la contaminació atmosfèrica.

Una manera útil de tractar la malaltia és respirar vapor d'aigua. La humitat millora la respiració i la reducció de la tos. Per això la medicina tradicional fa servir els vapors d'eucaliptus.

En la bronquitis és important no respirar fum de tabac i evitar els aires secs i molt calorosos.

13. Els éssers vius es desplacen per l'atmosfera

13.1 El vol dels ocells

Veure el vídeo: hem trobat dos vídeos que tracten aquest tema.

* BIO VIDEO. Locomoción (Aves y Mamíferos. cap.4) . BBC Educational & Training
Aquest vídeo el podeu trobar en règim de préstec en el Programa de Mitjans Audiovisuals del Departament d'Ensenyament.

Tracta fonamentalment de les característiques de les ales i les plomes, de les tècniques d'elevació i aterratge de les aus i també de d'adaptacions a altres tipus de locomoció en el grup dels ocells.

En la mateixa cinta hi ha un altre vídeo que parla de l'adaptació dels peixos a la vida aquàtica. Aquest vídeo resulta útil perquè tracta temes que s'han estudiat en el crèdit anterior de l'aigua.

* ¿Qué és una ave? Enciclopedia Britannica / Schola video. Aquest vídeo el trobareu en règim de préstec en el Programa de Mitjans Audiovisuals del Departament d'Ensenyament. Es pot comprar també a l'empresa distribuïdora: Ancora Audiovisuals.

Aquest vídeo tracta d'altres aspectes fisiològics relacionats amb el vol, a més de l'ala i l'esquelet.

A continuació fem un resum dels aspectes més importants relacionats amb el vol dels ocells i que us poden ser útils per al debat amb els alumnes sobre aquest tema.

Cal fer veure a l'alumnat que, perquè les aus puguin volar, és necessari un medi (l'aire). Quan els ocells volen, en batre les ales fan força contra l'aire i l'aire fa força contra les ales (vegeu l'activitat 9.1.1 en què s'enuncia el principi general de les forces de contacte).

L'adequació al vol¹

Podem examinar els trets que caracteritzen els ocells sota el mateix prisma amb què ho farien els enginyers aeronàutics. Quins són els materials, els paràmetres i les característiques que utilitza l'home quan dissenya avions? Hi ha tres coses primordials i obligades: lleugeresa, potència i perfil aerodinàmic. Els ocells les han aconseguides primordialment mitjançant els trets evolutius de les plomes, les ales, la pneumatització d'alguns ossos de l'esquelet i un cor molt gran i fort que batega molt de pressa.

Adaptacions anatòmiques:

a) Una reducció dels òrgans reproductors. En alguns ocells, els funciona un sol ovari en lloc dels dos. També els òrgans reproductors s'atrofien durant l'època no reproductora.

1. Adaptat de la *Història Natural dels Països Catalans*. Volum dels Ocells

L'oviparisme o reproducció per ous també és una bona adaptació al vol: la reducció de pes és evident si ho comparem amb els mamífes.

b) L'esquelet dels ocells és molt fort, elàstic i lleuger, en una bona part gràcies a la pneumatització d'alguns ossos, que consisteix en la presència de cambres d'aire en lloc del moll d'alguns ossos. La forma dels ossos pectorals, s'entén perquè, en el vol, la pressió s'exerceix sobre les ales i aquestes descansen sobre el pit; per això, aquests ossos són grans, particularment l'estèrnum, que presenta una forma carenada molt acusada típica dels ocells. Com més voladora és l'espècie, més gran i carenat és l'estèrnum, damunt del qual s'implanten els músculs pectorals, impulsors de les ales. La llarga cua dels rèptils (els avantpassats dels ocells) queda reduïda al mínim: la formen unes poques vèrtebres caudals, que en la major part de les espècies es troben soldades. Els ossos del cap són fusionats i, globalment, comporten una reducció considerable del pes. L'absència de dents, de la barra mandibular que les sosté i dels músculs trituradors, juga un paper important en l'estalvi de pes. La funció trituradora que demana músculs poderosos i, per tant, pesants, davalla al pedrer, que se situa prop del centre de gravetat de l'animal.

c) L'organització de la musculatura tendeix a concentrar al sector central i ventral la major part d'elements (entre els paquets musculars del pit i de les cuixes se situa el centre de gravetat de l'animal). Així els músculs pectorals, molt poderosos, són els agents del vol batut, i en les espècies molt voladores poden gairebé arribar al 40 % del pes de l'animal. La simple presència d'abundant múscul pectoral no indica necessàriament una bona actitud voladora, ja que per volar sostingudament cal que el múscul sigui molt ben irrigat; això es manifesta en el color de la carn, que és més vermella com més irrigació té (pollastre i gall dindi).

d) La presència de sacs aeris és molt important en els ocells. Estan connectats als ossos i als pulmons. Aquests sacs fan més eficient la funció dels pulmons. Tenen, principalment, una funció refrigerant, la qual cosa és fonamental en un organisme d'alta temperatura, que a més, desprèn una quantitat important de calor com a conseqüència del vol. Globalment, el sistema de respiració-ventilació d'un ocell ocupa un volum considerablement més important que el d'un mamífer: el 20 % del volum total en el cas de l'ànec contra el 5 % en el cas de l'home.

e) La presència de plomes és potser el tret més característic dels ocells. Les plomes compleixen diverses funcions, de les quals les més importants són: conformar la superfície de vol de les ales i la cua, crear una capa aïllant al voltant del cos, ajudar eficaçment a l'aerodinamisme del cos, mantenir el cos impermeable i, finalment, aprofitar-ne el color i la forma per camuflar-se o per altres funcions, com les del reconeixement específic, del company sexual, per a la cohesió del grup, etc. En un animal homeoterm, són fonamentals els mecanismes que tendeixen a mantenir la temperatura del cos. Les plomes retenen prop de la pell una sèrie de capes d'aire immobilitzades, que actuen d'aïllant tèrmic. Un altre fet de la morfologia externa dels ocells, relacionat amb l'aerodinamisme, és l'absència d'apèndixs sobresortints de la línia general del cos: no hi ha orelles externes i la major part de les espècies, mentre volen, recullen les potes sota el plomatge ventral d'una manera semblant a com els avions recullen el tren d'aterratge.

f) Adaptacions fisiològiques: sembla evident que una activitat energèticament tan alta com és la de volar impliqui necessàriament un metabolisme tant alt, ja que com és sabut, l'increment de temperatura comporta una acceleració de les reaccions químiques. En els ocells, les temperatures internes oscil·len entre 38 °C i 45 °C, les concentracions de sucre a la sang doblen aproximadament la dels mamífers, mentre que la pressió arterial és també considerablement més alta. El cor és més gran (proporcionalment més que en els mamífers), poderós i amb una freqüència alta de batecs. Per exemple, si el cor de l'home batega 72 cops per minut, el del colom ho fa 135 vegades.

Tot plegat constitueix un motor potent per volar. Però un motor d'aquest tipus demana un combustible que sigui altament energètic i que deixi pocs residus. Tot i ser molt ampli el mostrari d'aliments que consumeixen els ocells, podem dir que, globalment, es tracta d'aliments calòrics: llavors, fruits, insectes, cucs, petits vertebrats, etc. En comparació amb els mamífers, aprofiten una fracció més gran de l'aliment, i aquesta és consumida d'una manera molt eficient i ràpida. De la mateixa manera que els motors sobrerevolucionats, els ocells tenen una vida molt intensa però curta; l'esperança de vida de les espècies de mida més petita és inferior a dos anys i la de les més grans usualment no arriba als cinc anys, perquè les mortalitats al primer any i al segon són molt fortes.

⇒ Us suggerim algunes qüestions que ajudaran a centrar les imatges del vídeo:

1. Explica com algunes aus utilitzen els corrents tèrmics.
2. Posa algun exemple d'au que utilitzi els corrents tèrmics.
3. «Moure les ales» és l'única manera de volar que coneixes?

VI. Com podem mesurar la contaminació de l'aire?

14. Les formes de contaminació atmosfèrica

14. 1 Els focus contaminants i les substàncies que contaminen

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció de les substàncies contaminants de l'aire. Per tant es facilita a l'alumnat informació de quines substàncies i de quins focus provenen.

Serà important esbrinar exactament quina idea té l'alumnat de la contaminació de l'aire. Potser caldrà recordar que l'aire és una mescla i, per tant, pot modificar la seva composició, és a dir, incloure altres substàncies en la mescla, contaminar-se. Cal fer atenció a expressions del tipus: "L'oxigen s'ha contaminat".

14. 2 L'acidesa

Aquesta activitat correspon a la fase d'introducció d'una primera aproximació al concepte d'acidesa, ja que és necessari per poder entendre què és la pluja àcida. I no es treballarà d'una manera completa fins a l'últim crèdit de *Els sistemes químics*.

Es proposa a l'alumnat de construir frases per tal de reflexionar sobre l'ús polisèmic de les paraules. S'introdueix la relació entre el caràcter àcid, el canvi de color de les dissolucions dels indicadors i l'escala de pH, encara que de moment no s'introdueix la definició química del pH.

Quan es parla de l'indicador universal cal fer atenció al fet que l'alumnat no cregui que es tracta d'una sola substància que canvia a tots els colors i dóna tots els graus d'acidesa, és una mescla. També es proposa que l'alumnat prepari diferents indicadors de tipus natural.

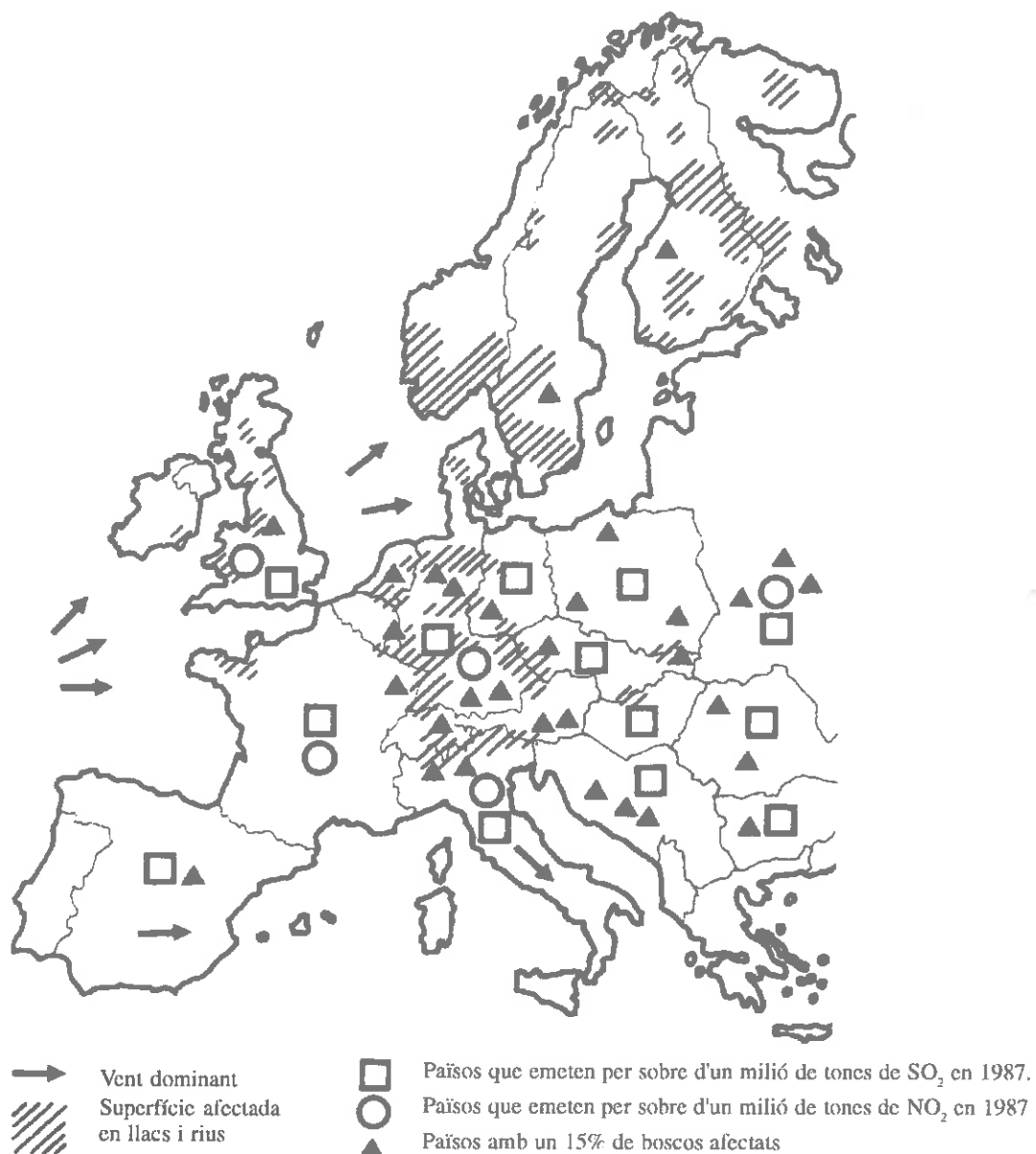
14.3 La pluja àcida

Aquesta activitat també correspon a la fase d'introducció del concepte de pluja àcida. Sobre aquest tema és fàcil trobar abundant informació en les revistes de divulgació i ecologista, i en els mitjans de comunicació, per tant, serà interessant intentar detectar i recollir el grau d'informació que té l'alumnat.

Si es creu convenient, es pot utilitzar un mapa d'Europa com el de la pàgina següent en què estan senyalats els efectes de la pluja àcida.

Es proposa realitzar l'experiment *Els efectes del diòxid de sofre*, per veure com afecta el SO₂ les plantes i els metalls, i simular l'existència d'un dels productes presents en l'atmosfera quan es dóna la pluja àcida.

La reacció de descomposició del metabisulfit de sodi que permet simular l'atmosfera de SO₂ és la següent: Na₂S₂O₅ _____ SO₂ + Na₂SO₃



14.4 Un treball de camp

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació dels conceptes relacionats amb la pluja àcida. Per tal de relacionar-ho amb la vida quotidiana de l'alumnat, es proposa realitzar mesures sobre els efectes de la pluja àcida al barri o la localitat.

Per calcular l'emissió de les calefaccions es pot realitzar una enquesta sobre el tipus de calefacció que fan servir en la zona d'estudi. Aquesta es pot realitzar al mateix centre escolar, en un parc públic o en un mercat. A continuació teniu un model d'enquesta:

1. Viu per la zona? Sí NO

2. Quin tipus de calefacció fan servir a casa seva?

BUTÀ GAS NATURAL GASOIL CARBÓ LLENYA ALTRE

3. La té encesa? TOT EL DIA A ESTONES

4. Té la casa ben aïllada? SI NO

La mostra de l'enquesta ha de ser almenys de 50 persones perquè les dades siguin representatives. Encara que, segons la densitat de població de la zona, caldrà enquestar més persones. Es pot donar a la persona enquestada un full sobre actituds davant el medi.

Per calcular les emissions de gasos segons el combustible utilitzat es pot utilitzar la taula següent:

COEFICIENT D'EMISSIÓ DE FOCUS FIXOS

Contaminant (*)	Partícules	SO ₂	NOx	CO	HC
Combustible					
Carbó	100	17	4	5	1,5
Gas-oil	1,4	16	2	0,65	0,35
Gas natural	NO	NO	1,9	0,3	0,1

Les unitats en què s'expressen els contaminants són kg/T menys en el cas del gas natural, en què són en kg/m³. Font: *Pollution de l'air. Manuel d'Experiences*. Conseil de l'Europe, 1975.

Es pot utilitzar aquesta taula per fer el càlcul de contaminants atmosfèrics en l'emissió de fum proposat al material de l'alumnat. Per exemple: si en una indústria es cremen 10.000 kg de gasoil l'any, voldrà dir que en un any s'emetrà a l'aire els següents contaminants:

1,4 kg/T x 10 T/any = 14 kg/any de partícules

16 kg/T x 10 T/any = 160 kg/any de SOx

2 kg/T x 10 T/any = 20 kg/any de NOx

0,65 kg/T x 10 T/any = 6,5 kg/any de CO

0,35 kg/T x 10 T/any = 3,5 kg/any de HC

Es pot proposar a l'alumnat fer el càlcul següent: calcular la quantitat d'emissions que es produeixen a la vostra casa o a l'escola durant un any.

15. Com podem modificar els nostres hàbits?

Aquesta activitat correspon a la fase d'aplicació de conceptes relacionats amb la contaminació de l'aire i té per objectiu fer una reflexió sobre la necessitat d'introduir canvis en el comportament individual, per tal de contribuir a eliminar focus de contaminació.

Moltes vegades l'alumnat pensa que la causa dels problemes mediambientals és exterior a ells, que només és responsabilitat de les indústries, dels cotxes i de les calefaccions, com si a casa seva no s'utilitzessin cotxes o combustibles per a la calefacció.

Un possible model per completar el quadre inclòs en el material per a l'alumnat és:

Comprar verdures i fruites empaquetades	Adquirir aquests productes a pes	Evitar l'emissió a l'atmosfera d'1 kg de CO ₂ per cada kg d'embalatge (que s'hauria de sotmetre a combustió)
Produir emissions de gasos en les centrals tèrmiques	Utilitzar energies renovables	Evitar l'augment del nivell de CO ₂ a l'atmosfera
No tenir cura de l'aïllament tèrmic	Reduir les pèrdues de calor: ajustant finestres i portes	Estalviar unes 35.000 pessetes i unes 2,4 tones de CO ₂ l'any (considerant una casa d'uns 100 m ²)
Deixar els llums encesos quan sortim d'una habitació	Tancar sempre els llums. Fer servir fluorescents compactes, que gasten quatre vegades menys	Evitar l'emissió a l'atmosfera de 130 kg de CO ₂ i reduir l'import de la factura de la llum
Agafar el cotxe en trajectes curts	Anar a peu o amb bicicleta	Estalviar benzina i diners i fer salut. Evitar l'emissió a l'atmosfera de 0,5 kg de CO ₂ per cada litre de benzina consumit
Tenir aire condicionat al cotxe	Exigir sistemes de refrigeració no contaminat, sense CFC	Evitar l'emissió a l'atmosfera d'uns 2.400 kg de CO ₂ , que és l'equivalent al volum de CFC necessari per refrigerar el cotxe

8. Bibliografia i recursos didàctics

- * AGUSTÍ-VIDAL, Albert, *Aparell Respiratori*. Enciclopèdia de Medicina y Salut. Vol.4. Enciclopèdia Catalana, 1990
- * ALBADALEJO, C. [i altres]. *El cos humà. Iniciació a l'Anatomia i Fisiologia humana*. Ed. Alhambra, 1989
- * ASTUDILLO, P; GENE, Anna. *Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes*. Enseñanza de las Ciencias 2 (1), 15-16, 1984
- * BANET, E, NUNEZ, F. *Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración*. Enseñanza de las Ciencias 8 (2), 105-110, 1990
- * BENLLOCH, Montse. *¿Qué le está pasando a esta patata? (La construcción del almidón mediante la fotosíntesis)*. En "Por un Aprendizaje constructivista de las Ciencias". Madrid: Visor, 1984
- * BOIXADERAS, Núria i al., *Robinia*. Ed Onda, 1985
- * BOYLE, Robert. *Física, química i filosofia mecánica*. Alianza Editorial, 1985
- * Butlletí dels mestres, 229. Educació ambiental. Barcelona: Departament d'Ensenyament, 1991
- * CAAMAÑO, Aureli; ROYO, Hernando, *Experimentar amb la pressió*. Ed. Graó, 1986
- * CALVET, Miquel, *La bomba d'aire aparell central de la pneumàtica: construcció d'un model senzill i resultats de la seva aplicació a l'aula*. IV Congreso Int. Investigación en Didáctica Ciencias y matemáticas. Barcelona, 1993
- * CASTELLS, Núria [i altres]. *El teu aire*. Ed. Diputació de Barcelona. Servei de Medi Ambient, 1994
- * CAÑAL, P., *Las concepciones de los alumnos y las alumnas sobre la nutrición de las plantas verdes*. Investigación en la Escuela. 13, 97-113, 1991
- * *Contaminación atmosférica*. Ayuntamiento de Zaragoza, 1991
- * COSGROVE, Brian. *La atmosfera y el tiempo*. Bibl. Altea, 1991
- * DANES, M. Aurora. *Meteorología práctica*. Ed. Alhambra, 1990
- * DIFRANCO, F., *Previsión del tiempo mirando al cielo*. Ed. Juventud. Barcelona, 1984
- * DOHERTY, Paul [i altres]. *Exploratorium Science Snackbook*. San Francisco, 1983
- * *Ensemble recuperons notre planète*. Centrale de l'enseignement du Québec, 1990
- * ESCOFET, Neus [i altres]. *Les bases d'orientació*. Guix, 185, 1993
- * FOLCH, Ramón, *Comprendre la natura*. Ed. Barcino, 1990
- * GOFFREY, L. [i altres]. *Atlas del medi ambient*. Barcelona. Ed. Enciclopèdia Catalana. 1991
- * GRUP ICE CIÈNCIES 12-16, *El procés d'aprenentatge*. ICE UAB, 1992
- * HANN, Judith, *Ciencia en tus manos*. Plaza y Janés, 1992
- * HEALTH ACTIVITIES PROJECT (HAP), *Lawrence Hall of Science*. University of California. Berkeley, 1982
- * IZQUIERDO, Mercè [i altres], *L'aire, què és i què fa?* Projecte Ciències 12-16. Ed. Departament d'Ensenyament, 1994
- * JORBA, Jaume i SANMARTÍ, Neus, *La funció pedagògica de l'evaluació*. Aula d'Innovació Educativa, 20, 20-30, 1993
- * MACAULAY, David. *Cómo funcionan las cosas*. Muchnik Edit.
- * MAYÓS, Conxita [i altres], *Tinguem cura de l'entorn*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- * MEDINA, Mariano, *Iniciación a la meteorología*. Madrid. Paraninfo, 1988
- * MEZZETTI, Giulio, *L'uomo. Dalla Natura alla Scienza*. Ed. La nuova italia, 1987
- * McNAUGT, A, CALLANDER, R. *Fisiologia ilustrada*. Edit. Jims S.A, 1983

- * NOVAK, J GOWIN, B. *Aprendiendo a aprender*. Martinez Roca. Barcelona, 1984
- * *Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Edhasa, 1982
- * PACCAUD, Madeleine, *Les conceptions comme levier d'apprentissage du concept de respiration*. Aster 13, 35-58, 1991
- * RODRIGUEZ PICÓ, Albert. *Quin temps farà?*. Barcelona. Edicions Proa, 1989
- * SERE, Marie Geneviève, *El estado gaseoso*. Capítol VI. Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia. Madrid. Ed. Morata, 1989
- * SOLOMON, Joan. *The Big Squeeze*. Ed. Association for Science Education, 1989
- * TOMAS, Lluís. *Aparell cardíoc-vascular*. Sang. Enciclopèdia Medicina i Salut. Ed. Enciclopèdia Catalana, 1990
- * TAYLOR-CORK, B. *Aprende a ser un buen meteorólogo*. Ed. Parramón, 1992
- * VUALA, Josiane. *Le rôle d'un dessin animé dans l'évolution des conceptions d'élèves sur la respiration*. Aster 13, 7-34, 1991
- * YOUNG, D. TAMIR, P. *Identifying what students know*. The Science Teacher, 1977
- * WINTER, Mary Kay [i altres], *Science Directions 9*. John Wiley Sons Canadà Limited, 1991

Referència de vídeos del crèdit:

- * "Científics catalans". 04. Antoni de Martí i Franquès (11 min) Serveis de Cultura Popular.
- * "Geologia. Meteorologia. Energia". 04. Fenòmens atmosfèrics. Serveis de Cultura popular. Vídeos Educatius. V-158
- * "Temps i clima". Serveis de Cultura Popular. Vídeos Educatius. V-263

