

Didàctica de les ciències: Matèria, Energia i Màquines

Jordi Solbes Matarredona
M. Consuelo Domínguez Sales
Manel Traver Ribes

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials
Universitat de València

Copyright ® 2014

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación sin permiso escrito de los autores y del editor.

En caso de erratas y actualizaciones, la Editorial Tirant lo Blanch publicará la pertinente corrección en la página web www.tirant.com (<http://www.tirant.com>).

© TIRANT LO BLANCH
EDITA: TIRANT LO BLANCH
C/ Artes Gráficas, 14 - 46010 - VALENCIA
TELF.: 96/361 00 48 - 50
FAX: 96/369 41 51
Email: tlb@tirant.com
<http://www.tirant.com>
Librería Virtual: [HTTP://WWW.TIRANT.ES](http://WWW.TIRANT.ES)
DEPOSITO LEGAL: V-1806-2014
ISBN: 978-84-1606-263-8
MAQUETA E IMPRIME: TINK FACTORIA DE COLOR , S.L.

Si tiene alguna queja o sugerencia, envíenos un mail a: atencioncliente@tirant.com.
En caso de no ser atendida su sugerencia, por favor, lea nuestro Procedimiento de quejas en:
www.tirant.net/index.php/empresa/politicas-de-empresa

INDEX:

T 0. La formació del professorat

T 1. La naturalesa del treball científic i els procediments en l'ensenyament de les ciències

T 2. Aspectes axiològics en l'ensenyament de les ciències

T3. L'aprenentatge dels conceptes científics

1. UN PROBLEMA DIDÀCTIC: QUÈ FER EL PRIMER DIA DE CLASSE?

El primer dia de classe ens pot ajudar a fer-nos una idea del que ens trobarem al llarg del curs en funció de la forma en què l'enfoquem. El professor o professora, d'acord amb la seua personalitat i interessos pot adoptar postures diferents:

Fer un discurs sobre la importància i necessitat de l'assignatura. Aquest discurs sol ser repetitiu i, a més, proporciona una informació que no respon a les preguntes que els estudiants es plantegen; per tant, no és útil, perquè la informació és útil quan respon a qüestions que ens hem fet.

Altres vegades, conscients de la ineficàcia d'aquestes introduccions o per manca d'alguna cosa millor a dir, alguns professors entrem a sac en el temari i comencem a explicar, cosa que també planteja problemes, perquè insereix els estudiants de colp en una tasca de la que no s'han fet encara una mínima idea. Doncs... què podem fer?

A.1 *Organitzeu-vos en grups i imagineu que formeu un equip de professors que va a fer-se càrrec d'un grup d'alumnes. Quines activitats considereu que convindria fer el primer dia de classe?*

En la discussió d'aquesta qüestió, els grups de classe solen presentar propostes molt universitàries com: Presentació general de l'assignatura, bibliografia, manera d'avaluar o, més be, d'examinar. Sols quan es demana que completen les aportacions, sorgeixen propostes més interessants com:

Presentació significativa del professor i de l'alumnat.

Alguna activitat per trencar el gel i crear un bon clima.

Alguna activitat per conèixer les expectatives, preocupacions... de l'alumnat.

Activitats amb l'objectiu de despertar l'interès de l'alumnat.

Discussions respecte a la manera com es treballarà a classe.

Procedirem seguidament a posar en pràctica les propostes que acabem d'avançar. Una part majoritària d'aquestes posa l'accent a conèixer millor l'alumnat i les seues activitats. En molts casos també demanen afavorir el coneixement mutu del professor i dels estudiants. No basta, però, pensar "ara ens presentarem tots". Això pot traduir-se en que l'avorriment de la presentació del professor quede multiplicat per 50. Així, a partir de les propostes presentades, pot transformar-se la presentació del professor en una activitat que «afavorisca el coneixement mutu del professor i de l'alumnat».

A.2 *Elaboreu de forma conjunta una presentació per al primer dia de classe (utilitzeu dades reals per tal de començar a conèixer-nos). Escolliu un portaveu de cada grup per a que realitze l'assaig per a la resta de companys. Posteriorment els grups les hauran d'analitzar, comentar i afegir o llevar allò que consideren oportú.*

A.3 *Els alumnes i el professor intercanvien un “Who is who” (Annex I) com a presentació mútua inicial.*

Després de fer les presentacions, és interessant que ens organitzem en grups per treballar al llarg del curs. Atenent al poc temps de què disposa aquesta assignatura, interessa facilitar la tasca de correcció i reconeixement dels grups, per a la qual cosa és fonamental que, una vegada estructurats, els grups no es modifiquen.

Una vegada organitzat el factor humà passarem a analitzar que li demanem a l'ensenyament de les ciències i què podem fer per millorar-lo.

2. COM ESTÀ PLANTEJAT L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES? COM VOLEM PLANTEJAR-LO?

A.4 *Tots sabem que, entre els dos i quatre anys, els xiquets tenen una curiositat insaciable i pregunten respecte a tot allò que no tenen clar... què és quasi tot. Per què fan aquestes preguntes?
Tot i que la pregunta és important, tal vegada, per a nosaltres els mestres siga més important preguntar-nos perquè, anys després, deixen de fer-les?*

Els nens d'eixes edats barregen la fantasia i la realitat en un repertori infinit de preguntes, amb la finalitat de posar a prova la disponibilitat dels adults i d'aprendre, de conèixer el món que els envolta. Les seues preguntes són una manifestació de la curiositat pel món que els envolta i que estan descobrint. Tots els desconcerta. Però no sols quan comencen a parlar, sinò molt abans: mirar les seues mans, moure-les davant dels seus ulls o portar-se les coses a la boca i tocar tot el que els envolta, són formes de manifestar curiositat.

També els agrada preguntar perquè és una forma d'apropriar-se d'una nova ferramenta: el llenguatge. Per a ells és una cosa nova i volen practicar-la, imiten l'entonació, el ritme, les paraules noves... de vegades ni tan sols esperen contestació i fan una nova pregunta abans de que els responguen l'anterior.

La raó més important, però, és que les respostes que reben a eixes preguntes els permeten ordenar el seu món. Ja hem dit que a eixes edats, es barreja la fantasia i la realitat; les coses inanimades, per a ells, funcionen com les persones i no conceben la casualitat, tot ha de tindre un motiu. Necessiten un intermediari que els explique el món que van coneixent. Aquest intermediari serà un guia, la qualitat del qual, afavorirà en gran mesura la forma en què el xiquet es relacionarà amb el món la resta de la seua vida.

Si fer preguntes és tan motivador, tan satisfactori i tan important per a ells, per què deixen de fer-les?

- L'alumnat dels primers cursos és curiós. Els mestres sabem que hi ha una etapa dels “per què...” Hem d'aprofitar eixa curiositat i, si no es manifesta, intentar despertar-la i empenyar-la.

- Ara bé, durant els primers anys la concentració es perd molt ràpidament. Hem de pensar, doncs, que el temps és or i per tant no podem permetre'ns el luxe de perdre'l en preguntes mal plantejades: **hem d'aprendre a plantejar preguntes.**
- Altre problema al que ens hem d'enfrontar és que no tots els alumnes tenen les mateixes capacitats a l'hora d'escriure, captar les idees, esquematitzar les respostes i, per tant, poden perdre part de la informació. És important, en conseqüència, **donar una informació correctament estructurada.**
- Hi ha alumnes als que els entusiasma preguntar i participar en classe. Altres, en canvi, no pregunten mai, be siga per timidesa, be per por de fer el ridícul o per motius molt diversos. Els docents hem d'estar atents per tal que tots els alumnes seguiscen el curs de les explicacions, hem d'aprendre a "llegir" en les seues cares, desxifrar les expressions de dubte i evitar en la mesura d'allò possible que "es perden".

En definitiva, els docents hem d'aprendre a fer preguntes que motiven el seu interès, partir de la realitat que coneixen per anar aprofundint en els continguts,... estructurar la informació i aconseguir que arribe a tot l'alumnat. És de suposar que, en el procés de pèrdua de curiositat, l'ensenyament ha de tindre alguna cosa a veure, per tant, és interessant que comencem fent-nos la següent pregunta:

A.5 *Una vegada analitzats els problemes de l'ensenyament en general, anem a centrar-nos en els problemes que presenta l'ensenyament de les ciències en particular però, abans de fer-ho, se us demana que realitzeu un exercici de memòria: recordeu les vostres vivències en les classes de Ciències Naturals i Física i Química de la vostra etapa com alumnes i doneu tots els adjectius que qualifiquen els sentiments que us provocaven aquestes assignatures.*

Es pot demanar als assistents que enumeren adjectius de diferents sentiments que experimentaren o experimenten com alumnes i, entre ells, quins els provocaren les classes de ciències i física i química.

S'anotaran a la pissarra tots els que diguen i després es farà una enquesta per veure quin percentatge de persones ha sentit les emocions negatives que s'associen sovint a les matèries de ciències. S'indiquen a continuació, a tall d'exemple, algunes emocions positives i negatives

Negatives	Ira, por tensió, preocupació, ansietat, odi, desesperació, nerviosisme, impotència, frustració, avorriment, aclaparament,...
Positives	Orgull, tranquil·litat, plaer, simpatia, entusiasme, confiança, satisfacció, capacitat, diversió, motivació, interès, curiositat, sorpresa...

A.6 *L'anàlisi que acabem de fer de la nostra experiència com alumnes ens permet reflexionar i traslladar al que nosaltres com docents provocarem al nostre alumnat. Determineu els aspectes de l'educació científica rebuda que trobeu criticables i preferiríeu que no continuaren fent-se. Què heu trobat a faltar o a què us agradaria que se li donara més importància?*

COM VOLEM PLANTEJAR L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES?

Després d'arribar a la conclusió que, com alumnes, hem rebut un tipus d'educació de la que, com a mínim, podem dir que és molt millorable, és el moment de començar a pensar quin tipus de mestre de ciències naturals volem ser. Com volem donar les classes d'aquesta matèria? Quina formació necessitem per poder fer-ho? Com podem descobrir els coneixements i habilitats que ha de desenvolupar un professor, que són moltes i molt variades?

Aquesta assignatura pretén donar resposta a aquestes i altres qüestions al temps que ajudar-nos a analitzar la forma en què es treballa actualment a les aules i generar un debat que ajude a pensar com es poden millorar. Analitzarem les visions deformades de la ciència que tenim els professors, conseqüència de l'ensenyament rebut, que ens ha fet assumir com "normal" un tipus d'ensenyament, sense pensar que es pot canviar i que hi ha altres formes d'afrontar l'ensenyament de les ciències.

El pla de treball que desenvoluparem intentarà oferir algunes alternatives a l'ensenyament tradicional. El primer factor que haurem d'analitzar és el paper del mestre. Quina ha de ser la seua funció? Com l'ha de portar a terme? Un mestre és simplement un especialista en una matèria determinada?

Donar resposta a aquestes preguntes és una de les tasques a que s'han d'enfrontar el futurs mestres. Què diferencia un mestre d'un especialista de qualsevol matèria? Un especialista és aquell que domina els conceptes i les teories i pot utilitzar-les i posar-les en pràctica. El mestre no només ha de saber coneixements, sinó que ha de ser capaç de transmetre'ls, ha de saber "traduir-los" per fer-los intel·ligibles i abellidors, ha de saber plantejar les preguntes adequades, estructurar la informació i acompanyar a tot l'alumnat al llarg de la seua escolarització. Tindre la capacitat de transmissió necessària per aconseguir-ho requereix disposar de moltes habilitats, pedagògiques i didàctiques.

La discussió respecte a quines han de ser aquestes habilitats és antiga. Un dels autors que més influència ha tingut en aquest tema fou Shulman que, per concretar el que ha de saber i saber fer un professor, en 1986 proposà el terme *coneixement didàctic del contingut*, i el va definir com el coneixement que sorgeix per donar resposta a la pregunta: Quin coneixement és essencial per ensenyar?

El coneixement didàctic del contingut és aquell coneixement que desenvolupen els professors per ajudar a altres a aprendre i que es va construint al mateix temps que s'ensenyà la matèria. Però aquest coneixement no és sols conceptual, sinó que els professors experimentem tot un ventall d'emocions, influïdes per multitud de factors. Les primeres experiències d'ensenyament són molt fortes emocionalment i poden generar estratègies conductistes, per tant, es fonamental tindre en compte el component emocional per aprendre a ensenyar ciències i per desenvolupar el coneixement didàctic del contingut.



A.7 *Què hem de conèixer, en el sentit més ampli de saber, saber fer i saber ser, els professors de ciències per donar respostes adients als problemes que l'activitat docent pot plantejar-nos?*

Són moltes les respostes que podem donar a aquesta pregunta, perquè està en el cor del que volem ser com a docents. Una resposta molt clara la podem obtenir de l'article ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Gil, 1991). A continuació enumerem alguns d'aquests aspectes, que estan ampliat a l'Annex II:

- Ser crítics, estar interessats pel coneixement, no per la repetició acrítica del mateix.
- Saber preparar activitats d'aprenentatge.
- Saber dirigir l'activitat dels alumnes.
- Saber avaluar el procés d'ensenyament-aprenentatge.
- Tindre capacitat i implicar-se en activitats d'innovació.
- Qüestionar el “caràcter natural” del fracàs de l'alumnat i adquirir expectatives positives. En particular, qüestionar el determinisme biològic (hi ha alumnes listos i torpes) i el sociològic (no es pot treure res d'aquells alumnes marcats pels mitjans culturalment desfavorits).
- Qüestionar la idea que ensenyar és fàcil, qüestió de personalitat, de sentit comú o d'oferir la recepta adequada. Prendre consciència de la importància del treball col·lectiu.
- Qüestionar el clima generalitzat de frustració associat a l'activitat docent i, sense ignorar els problemes, ser capaç d'apreciar les satisfaccions que aquesta activitat comporta quan s'afronta com una tasca creativa i oberta.
- Conèixer la importància de les actituds en l'aprenentatge i la influència que sobre aquestes té el clima d'aula, les expectatives del professor, el seu compromís personal amb el progrés dels alumnes,...
- Saber que els coneixements són respostes a preguntes, el que implica plantejar l'aprenentatge a partir de situacions problemàtiques.

3. EN QUÈ CONSISTEIX L'ASSIGNATURA?

L'assignatura 33652 “Didàctica de les ciències: matèria, energia i màquines” intenta oferir una metodologia que ajude als mestres a ensenyar ciència de forma reflexiva. Per aconseguir-ho, ofereix els següents continguts:

1. La naturalesa del treball científic i els procediments en l'ensenyament de les ciències
2. Aspectes axiològics en l'ensenyament de les ciències
3. L'aprenentatge dels conceptes científics

A.8 *Discutiu el programa de treball de l'assignatura que s'ha de desenvolupar al llarg del curs.*

L'ordre en que es tractaran els temes és deliberat. Malgrat que habitualment s'identifica les ciències amb els conceptes, nosaltres deixarem aquest tema per al final, ja que, en primària, els aspectes procedimentals i axiològics són més importants en el procés d'ensenyament-aprenentatge de les ciències.

Es comença per la **naturalesa del treball científic** i pels **procediments**, perquè permet conèixer les visions dels estudiants sobre la naturalesa de la ciència. Això ens porta a qüestionar l'ensenyament usual dels treballs pràctics i a plantejar aquests com a petites recerques. Encara que aquestes només es puguin realitzar en els últims cursos de la primària, en situacions molt senzilles, pensem que és útil pel seu caràcter motivador, per familiaritzar als estudiants amb el treball científic i perquè alguns dels procediments utilitzats si que poden usar-se en primària. També s'inclouen jocs, joguines i petites experiències tecnocientífiques, és a dir, exemples de ciència recreativa, plantejats com a petites recerques, pel seu caràcter motivador i perquè és més que recomanable utilitzar-les amb l'alumnat de primària.

Després es desenvolupen els **aspectes axiològics**, on es qüestiona les visions dels estudiants sobre les relacions CTSA i se'ls confronta amb les seves actituds negatives cap a la ciència, amb les causes de les mateixes i possibles solucions. A títol d'exemple se'ls proposen exemples d'activitats CTSA com la ciència i els problemes del món, les dones i la ciència, etc., que sempre són considerades molt interessants pels estudiants que les han realitzat.

Finalment, el tema de **conceptes** s'inicia amb un qüestionari d'idees prèvies, activitat que resulta provocadora per als estudiants i facilita la introducció d'un tema més complex, el canvi conceptual. Quant als temes de coneixements científics, s'han triat els que pertanyen al camp d'estudi de Primària, com són la matèria, energia i màquines, que permeten als estudiants aprofundir en aquests conceptes que algun dia impartiran, al temps que aprenen la metodologia per al seu ensenyament.

Al final es mostra com tots aquests aspectes, procediments, actituds i conceptes queden integrats en un únic model d'ensenyament aprenentatge.

Una vegada establerts els temes que componen l'assignatura, el següent pas és determinar com volem treballar en ella, per a la qual cosa ens plantejarem prèviament algunes preguntes.

A.9 *Anem a centrar-nos ja en el que estem fent. Estem ací i ara, en aquesta aula concreta... amb quina intenció? Què pretenem de l'assignatura més enllà de conèixer la teoria? Què podem obtenir d'ella?*

Hem de provocar interès pel coneixement, hem d'ensenyar a plantejar preguntes i a donar respostes.

Vos prepareu per ésser professionals. El “material” amb el qual aneu a treballar són persones i el seu futur depèn, **en gran part**, de vosaltres. Tots recordem amb especial intensitat a determinats professors i moltes persones han escollit la seua professió gràcies a un **mestre** determinat. Si volem ser “eixe mestre” hem de mirar amb projecció de futur, hem d'interessar als nostres alumnes per tal que ells s'interessin pel que fan. No hem d'abocar-los a ser màquines de copiar i pegar, no volem “adiestrar” persones a que memoritzen per poder després repetir el que han après, sinó que volem ajudar a comprendre, idear, empenyar,...

És possible que a alguns de vosaltres no us agraden especialment les ciències, però és una matèria que, segur, independentment de la vostra especialitat, algun dia, haureu d'ensenyar als vostres alumnes i, per això, enguany no anem a fer un treball inútil, sinó a organitzar uns coneixements que, més prompte que tard, haureu de transmetre a altres. I sobretot, anem a utilitzar-la per aprendre nosaltres una forma més participativa de treballar amb els nostres alumnes.

En resum, anem a utilitzar aquesta assignatura per aprendre a elaborar preguntes i a oferir i aconseguir respostes enriquidores, amb la intenció de motivar i implicar l'alumnat en el procés d'ensenyament-aprenentatge.

A.10 *Gaston Bachelard fou un filòsof francès que escrigué la frase que ve a continuació. Expliqueu el seu significat:*

"Per a un esperit científic tot coneixement és una resposta a una pregunta. Si no hi ha hagut pregunta no pot haver-hi coneixement científic. (Bachelard, 1985)

A.11. *Ja sabem que fer preguntes és clau per a un mestre, però no totes les preguntes són bones, cal estructurar-les per aconseguir unes respostes adequades que permeten a l'alumnat construir el seu coneixement. Així doncs, feu un llistat amb les característiques que penseu que ha de tenir una pregunta per ser adequada.*

D'acord amb Bachelard (1979), si es vol generar “bons” problemes és imprescindible aprendre a preguntar. Els professors fem moltes preguntes al llarg del curs. Si pretenem dirigir be els estudiants, hem de preparar-les molt bé. Però aquesta és una tasca molt difícil en l'àmbit educatiu; no és fàcil generar bones preguntes perquè, a més d'habilitat i pràctica calen altres factors, com un coneixement mínim del tema, motivació o interès per voler saber més sobre el que ja es coneix.

En conseqüència, quines han de ser les característiques d'una pregunta “adequada”? Les primeres respostes que ens venen al cap són adjectius del tipus: curta, clara, concreta,... Podem afegir que és fonamental aprendre a buscar preguntes **que desperten la curiositat** i que obliguen a pensar per poder donar una resposta coherent.

Un problema molt important al que us enfrontareu és que sembla que la curiositat actualment està morta, que fins i tot els xiquets dels primers cursos de primària ja ho han vist tot i ho tenen tot, no tenen necessitat i, per tant, no desenvolupen la curiositat, perquè reben més estímuls dels que poden assimilar. És la nostra obligació com a docents despertar eixa curiositat, fer “obrir els ulls” als nostres alumnes per observar el món que els envolta.

Altres aspectes molt importants que hem de tindre en compte és què fem amb la curiositat una vegada la hem aconseguit. Com podem canalitzar-la? Com aconseguim que se transforme en implicació de l'alumnat en el procés d'ensenyament-aprenentatge?

Hem de fomentar en l'alumnat respostes que expliquen la seua intenció i no quedar-nos únicament amb un sí o un no. Si aconseguim que fonamenten les seues respostes estarem millorant la competència comunicativa i acostar-nos al desitjat aprenentatge significatiu. A més, el fet de facilitar que verbalitzen els seus pensaments, ens permetrà detectar possibles errors de comprensió, perquè els alumnes no pensen en la mateixa clau amb que ho fa el professor, per tant, el diàleg ens permetrà adonar-nos si estem parlant de coses diferents i així evitar la generació de possibles errors futurs.

A.12 *Com anem a treballar?*

A.13 *Com anem a avaluar?*

Òbviament, aquest és un aspecte que caldrà consensuar al principi de curs entre cada professor i cada grup. A tall d'exemple, es poden tindre en compte els següents aspectes:

- Valorar l'assistència i la participació personal de cada estudiant en les tasques habituals de l'aula i en les activitats realitzades al llarg del curs.
- També poden ser tinguts en compte els informes personals i grupals que siguen elaborats per encàrrec del professor i els relatius als possibles que es deriven de la realització d'activitats de laboratori i/o experiències científiques, de lectures i debats, etc. (“portadocuments”).
- Igualment, s'hauria de valorar l'exposició dels materials elaborats, així com la participació de tots en la discussió i avaluació posterior d'aquests, les conclusions de la qual podrien ser arreplegades també en informes personals.
- Es poden realitzar proves escrites en què els estudiants hagen de posar en joc les competències i els coneixements adquirits.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Bachelard, G. (1979). La formación del espíritu científico, Siglo XXI, México

Bachelard, G., (1985). El Nuevo Espíritu Científico. Ed. Nueva Imagen. 2ª Edición, México

Gil, D (1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77

Hargreaves, A. (1998). En A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan y D. Hopkins (eds.), *International Handbook of Educational Change* (pp. 558-575). Dordrecht: Kluwer A. P.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), 190-212.

ANNEX I. WHO IS WHO

Nom i cognoms: _____

Grup de treball: _____

Telèfon de contacte: _____

Correu electrònic: _____

Treballes? _____ Si la resposta és afirmativa, indica la quantitat d'hores setmanals _____

Estudis de ciències. Encercla l'opció adequada:

4t ESO			BATXILLER		ALTRES
Física i Química	SI	NO	Ciències		
Biologia	SI	NO	Humanitats		
Tecnologia	SI	NO	Lletres		

Breu autobiografia (pre) professional (en ella pots explicar, si no tens inconvenient, per què has escollit aquest grau).

Projectes i expectatives.

Altres comentaris, suggeriments, crítiques, qüestions...

(Si ho necessites, pots escriure darrere i en fulls adjunts).

Shulman (1986) defineix el coneixement pedagògic del contingut com el coneixement que sorgeix per donar resposta a la pregunta : Quin coneixement és essencial per ensenyar? El coneixement pedagògic del contingut és aquell coneixement que desenvolupen els professors per ajudar a altres a aprendre i que es va construint al mateix temps que s'enseny la matèria.

1. Conèixer la matèria que cal ensenyar, la qual cosa inclou conèixer, a més, la història de les ciències; les metodologies que els científics utilitzen per a resoldre els problemes i construir coneixements; les interaccions CTS; els desenvolupaments científics recents i les perspectives d'aquests; i seleccionar-ne i seqüenciar-ne els continguts didàctics adequats.
2. Qüestionar les idees de sentit comú sobre l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències, com, per exemple, la visió simplista de la ciència i el treball científic, la reducció habitual de l'aprenentatge de les ciències als continguts conceptuals i a alguns de procediment, i oblidar aspectes històrics i socials; el caràcter natural del fracàs generalitzat dels estudiants en matèries científiques; l'atribució de les actituds negatives cap a la ciència i l'aprenentatge d'aquesta a causes externes, i oblidar el paper que té l'ensenyament; etc.
3. Adquirir coneixements teòrics sobre l'aprenentatge de les ciències, és a dir, adquirir coneixements de didàctica de les ciències, psicologia cognitiva, que permeten afavorir l'aprenentatge dels estudiants.
4. Realitzar una crítica fonamentada de l'ensenyament habitual, és a dir, conèixer les limitacions dels currículums enciclopèdics, de la manera habitual d'introduir els coneixements, de les formes d'organització escolar habituals, etc.
5. Saber preparar les activitats d'aprenentatge, és a dir, transformar els continguts en programes d'activitats estimulants a través de les quals els alumnes puguin reconstruir els coneixements, adquirir destreses i actituds científiques, i transformar la seua visió del món.
6. Saber dirigir l'activitat dels alumnes, la qual cosa passa per crear un bon clima de funcionament de la classe; ensenyar a treballar en grups i a comunicar les aportacions d'aquests mitjançant posades en comú; saber realitzar síntesis, aclariments, etc.
7. Saber avaluar, és a dir, utilitzar l'avaluació com a instrument d'aprenentatge que permeti subministrar la retroalimentació adequada; ampliar l'avaluació al conjunt de sabers, destreses i actituds, i superar-ne l'habitual limitació als coneixements teòrics; introduir maneres d'avaluació que siguin instruments de millora de l'ensenyament mateix, etc.

1. **Atenció a la formació docent prèvia.** Una de les primeres tasques que es plantegen és mostrar als futurs professors fins a quin punt l'ensenyament usual els ha impregnat profundament, al llarg dels molts anys en què han sigut alumnes i han seguit les actuacions dels seus professors.
2. **Vivència de propostes didàctiques basades en models constructivistes d'ensenyament i aprenentatge de les ciències.** La importància de la formació docent ambiental resideix, d'una banda, en el seu caràcter reiterat i, d'altra, en la seua naturalesa d'exemple viu, real, molt més eficaç que qualsevol explicació. S'entén així que, en absència d'alternatives, els professors i professores facen ús del que van adquirir d'aquest amanaera. Això obliga que les propostes de renovació siguen també viscudes, vistes en acte: només així resulta possible que aquestes propostes tinguen efectivitat i que els futurs professors trenquen amb la visió unilateral de la docència rebuda fins al moment. De fet, el plantejament d'una formació docent com a canvi didàctic exigeix no sols mostrar les insuficiències de la formació ambiental rebuda, sinó oferir, al mateix temps, alternatives realment viables.
3. **Entrenament a la reflexió didàctica explícita.** L'atenció crítica al que es viu en la classe, els suggeriments, les conjectures, fins i tot les preguntes sense respostes, constitueixen reflexions didàctiques que poden convertir-se en una forma extraordinàriament eficaç d'enriquiment professional. Precisament, una de les característiques fonamentals del bon professor, junt amb l'entusiasme pel treball, l'interès pels alumnes o la implicació en tasques d'investigació/acció, és l'esforç per aprofitar el que ocorre en la classe i convertir-ho en objecte de reflexió.
4. **Treball en equip.** Insistir en la importància d'aquest i, encara més, en el cas de futurs docents, podria parèixer innecessari de tan obvi com és. No obstant això, és necessari insistir-hi perquè la tradició del nostre sistema educatiu és una altra: acostar el professorat, fins i tot institucionalment, a una tasca individual, aïllada, amb horaris que fan pràcticament impossible les visites mútues, la retroalimentació procedent d'altres companys, etc. Tota la investigació educativa sobre la qüestió ha posat en evidència aquesta necessitat d'un treball docent col·lectiu.
5. **Pràctiques de microensenyament.** Una de les activitats que s'ha mostrat més fructífera per a una adequada formació i perfeccionament docents són les pràctiques de microensenyament. Consisteixen en la constitució d'equips de professors que actuaran, de forma rotatòria, davant dels restants membres de l'equip. Tot seguit, procediran a discutir les intervencions i a proporcionar retroalimentació.
6. **Iniciació a la formació permanent i la investigació didàctica.** Cal que el futur professor prenga consciència, durant el període de formació inicial, de la necessitat d'una formació permanent i, sobretot, de les possibilitats que obri amb vistes a convertir la docència en una tasca oberta, plena d'interès, sense la qual cosa tampoc podria generar una actitud positiva en l'alumnat. Per això és interessant donar a conèixer a l'alumnat aquelles experiències docents especialment noves o interessants, d'acord amb els resultats i l'opinió de la comunitat educativa. Finalment, és necessari un esforç particular per a introduir els futurs mestres en la investigació didàctica, en la doble direcció d'aproximar-los a la necessària utilització de la investigació que ja hi ha, que els permeta beneficiar-se de l'aspecte acumulatiu del treball científic i fer possible la seua implicació en aquesta investigació.

T1. LA NATURALESA DEL TREBALL CIENTÍFIC I ELS PROCEDIMENTS EN L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES

Aquest capítol s'inicia mostrant les característiques habituals de l'ensenyament de la ciència així com algunes idees alternatives que genera en els estudiants sobre la naturalesa de la ciència i, en particular, sobre la investigació científica. A continuació es mostra el desenvolupament històric de la forma de treball en ciències i com desembocà en el mètode científic que es segueix actualment amb algunes variacions.

La forma de treballar en ciència, és a dir, la utilització del mètode científic ens ofereix un exemple de forma de treball, que podem utilitzar per qüestionar la forma habitual en què es presenta l'ensenyament i utilitzar algunes característiques del treball científic per millorar-lo.

Seguint aquesta línia de pensament, veurem com les pràctiques de laboratori usals apareixen com "receptes" i ens plantejarem com transformar-les en investigacions. Després es presenten algunes experiències i joguines científiques elementals. Tant les pràctiques com les petites experiències contribueixen a millorar les concepcions epistemològiques dels futurs professors i al coneixement dels procediments de l'ensenyament de les ciències en Educació Primària, que s'aborden a continuació. Finalment es planteja com transformar aquests continguts procedimentals des d'una perspectiva constructivista.

Desenvoluparem el capítol amb el següent fil conductor:

1. Algunes característiques de l'ensenyament de ciències
- 2.. El mètode de treball dels científics
3. Les pràctiques de laboratori com investigacions
4. Indagant amb experiències científiques elementals
5. Els procediments en Coneixement del Medi Natural
6. La transformació dels procediments des d'un punt de vista constructivista

1. ALGUNES CARACTERÍSTIQUES DE L'ENSENYAMENT DE CIÈNCIES

- A.1 Aquesta activitat té dues parts. En primer lloc, enumereu els diferents aspectes que considereu ha de tindre una investigació científica. Tot seguit, a partir de les aportacions realitzades per tots els grups, feu un dibuix d'una situació que represente una investigació científica.
- A.2 Quines visions de la ciència tenim els professors, apareixen en els llibres de text i en els mitjans de comunicació

Possiblement les activitats anteriors ens han ofert una imatge de la ciència pobre, que no incita a seguir-la i que està potenciant el propi ensenyament, en forma de concepcions com les que comentem a continuació:

Visions de la ciència que tenim i transmetem els professors

- **Concepció individualista i elitista:**

Els coneixements apareixen com obra de genis aïllats, ignorant el paper del treball col·lectiu, dels intercanvis entre equips...

Com contribueix a aquesta visió l'educació científica?

- ✓ Es deixa creure que els resultats obtinguts per un sol científic o equip pot ser suficient per verificar o falsar una hipòtesi o, fins i tot, tota una teoria.
- ✓ Es considera el treball científic com un domini reservat a minories especialment dotades, transmetent així expectatives negatives cap a la majoria d'alumnes, amb clares discriminacions de tipus social i sexual. La ciència és presentada com una activitat eminentment "masculina".
- ✓ La imatge individualista i elitista del científic es tradueix en iconografies que representen a l'home de bata blanca en el seu laboratori inaccessible, replet d'estranyes instruments. A més, associa el treball científic, quasi exclusivament, amb el treball al laboratori, lloc on el científic experimenta i observa, a la recerca del feliç "descobriment".
- ✓ Tampoc s'intenta mostrar el caràcter humà de la ciència, amb les seues confusions i errors, com els dels propis alumnes. Per exemple, en la llarga història de l'elaboració i síntesis del XeF_4 moriren, per error o desconeixement, dos dels científics que participaven en la recerca.



- *Imatge empiricoinductivista i ateòrica:*

Possiblement aquesta siga una de les deformacions més assenyalades a la literatura: la concepció que la ciència observa i experimenta de forma “neutra”, sense idees apriorístiques, sense desenvolupar cap hipòtesi. Ressalta el paper d'una observació i experimentació “neutres”, oblidant el paper essencial de les hipòtesis, focalitzadores de la recerca, i dels cossos coherents de coneixements (teories) disponibles, que orienten tot el procés.

D'altra banda, malgrat la importància que es dona verbalment a l'observació i experimentació, en general l'ensenyament es basa fonamentalment en el llibre de text, en una actitud de simple transmissió de coneixements, sense a penes treball experimental al laboratori. Al mateix temps es sacralitza un treball experimental al que mai es té accés real.

- *Una visió rígida, exacta, infal·libre:*

El “Mètode Científic” es presenta de forma simplista com un conjunt d'etapes a seguir correlativa i mecànicament, ressaltant allò que suposa tractament quantitatiu, control rigorós, etc. i oblidant, o fins i tot, rebutjant, tot el que significa dubte, obstacle, invenció, creativitat

- *Visió aproblemàtica i ahistòrica:*

Tota construcció de coneixements s'inicia en uns problemes que es pretén resoldre i una evolució històrica que els transmet junt amb les solucions aportades. Transmetre un concepte sense incidir en eixos aspectes condueix a presentacions arbitràries en les construccions científiques. Es perd així de vista que “Tot coneixement és la resposta a una qüestió” (Bachelard, 1938).



Visió aproblemàtica:

El fet de transmetre coneixements ja elaborats, condueix molt sovint a no mostrar els problemes originaris, els interessos en joc ...



Coneixement ahistòric:

S'amaga la constant persecució patida per la ciència quan no se sotmet als dogmes i interessos dels poderosos:

- ✓ La prohibició, per exemple, d'utilitzar cadàvers per a l'estudi de l'anatomia.
- ✓ La condemna de Franklin per oposar-se a la “còlera divina” amb el seu parallamps.
- ✓ El boicot en ple segle XX a les recerques de Rachel Carson sobre els efectes perniciosos del DDT.

Sense l'ajuda de ciutadans alfabetitzats científicament, la prohibició del DDT haguera tardat molt més a produir-se, amb efectes encara més devastadors.



- *Visió exclusivament analítica de la ciència:*

Amb tendència a oblidar-se de la síntesi de coneixements per avançar en una explicació general dels fenòmens naturals. Així, no es presta atenció als processos d'unificació (apassionants revolucions científiques) com, per exemple:

- ✓ La síntesi Cel-Terra, portada a terme per Newton.
- ✓ O la Teoria de l'Evolució... també condemnada.
- ✓ O l'enfonsament del “vitalisme”, trencant la barrera que separava el món orgànic i l'inorgànic.

- *Visió acumulativa, de creixement lineal, dels coneixements científics:*

Es presenta el desenvolupament científic com fruit d'un creixement lineal, purament acumulatiu, ignorant les crisis i les remodelacions profundes com les que hem comentat al punt anterior i altres (l'heliocentrisme, l'evolucionisme, la física quàntica..), que contradiuen una visió purament acumulativa, de creixement lineal dels coneixements científics.

A.3 *Tenint en compte tot el que acabeu de veure, enumereu tots els aspectes que considereu que s'haurien de potenciar en el treball dels estudiants per tal d'evitar les visions distorsionades i empobrides de l'activitat científica*

Com hem vist, la societat té una imatge distorsionada de la ciència i la forma en que es construeix el coneixement científic. En moltes ocasions som els propis docents qui transmetem aquesta imatge en oferir els continguts científics sense cap tipus de reflexió, com productes ja acabats, que no ofereixen cap possibilitat de discussió. La superació d'aquesta visió empobrida suposa un repte per al professorat, que haurà d'orientar al seu alumnat cap a la consecució d'una alfabetització científica que els convertisca en ciutadans preparats per a la societat en la que hauran de viure. Per aconseguir aquesta alfabetització no podem deixar de recordar la importància de potenciar, entre d'altres, els següents aspectes:

- La discussió del possible interès de les situacions proposades que done sentit a l'estudi
- L'estudi qualitatiu, significatiu, de les situacions problemàtiques abordades
- La invenció de conceptes i l'emissió d'hipòtesis fonamentades
- La presa de decisions
- L'elaboració i posada en pràctica d'estratègies de resolució
- L'anàlisi i comunicació de resultats
- La consideració de possibles perspectives, tant positives com negatives, amb atenció a les repercussions dels coneixements científics i tecnològics

Una vegada establertes les visions empobrides i deficientes que tenim del treball científic, considerarem la possibilitat de millorar i enriquir la metodologia de treball. Com podem fer-ho? Convertint a l'alumnat en protagonista del seu procés d'ensenyament-aprenentatge, utilitzant una metodologia participativa, com veurem a continuació.

2. EL MÈTODE DE TREBALL DELS CIENTÍFICS

En el coneixement científic conflueixen la tradició matemàtica, les tradicions tècniques de l'agricultura, indústria o navegació i els coneixements pràctics, com els de la botànica o la medicina. Però, curiosament fou la filosofia la que generà els embrions de la ciència, en plantejar-se qüestions com l'origen de la vida o de l'univers. Amb el pas del temps aglutinà tots aquests sabers i els donà forma, fins que es donaren les condicions adequades per al naixement de les ciències.

Aquestes condicions socials, històriques i culturals apropiades es donaren a Europa entre els segles XVI i XVIII, en que es generà una forma revolucionària d'obtenir coneixements, basada en el llenguatge matemàtic i els experiments. Per exemple, per estudiar el moviment dels cossos, Galileu observava i prenia mesures però, a més dissenyava experiments per posar a prova les seues hipòtesis. Així, el seu mètode era alhora empíric i matemàtic.

- A.4** *Atenent a la vostra experiència com alumnes i els diversos contactes que heu tingut amb les matèries científiques, tracteu d'enumerar els aspectes que podrien ser considerats fonamentals per caracteritzar el que es coneix com a mètode científic. És a dir, enumereu les distintes activitats que formen part de la metodologia científica i que es porten a terme, també, quan s'ensenyà ciència.*
- A.5.** *Doneu una opinió fonamentada de qual pot considerar-se la primera etapa d'una investigació científica.*
- A.6** *Expliqueu el que enteneu sobre el concepte d'hipòtesi científica, tot assenyalant les seues característiques essencials. Poseu un exemple pràctic de qualsevol tema de ciències naturals.*
- A.7.** *Enumereu els requisits fonamentals d'un experiment científic.*
- A.8.** *Exposeu algunes de les tècniques que considereu adequades para la interpretació dels resultats d'un experiment*
- A.9** *Expliqueu amb les vostres paraules els conceptes de llei i teoria científica. Per què penseu que es confonen? Feu una síntesi de la lectura de l'annex I i expliqueu d'on ve, històricament, la confusió entre tots dos conceptes.*
- A.10** *Assenyaleu les semblances i diferències essencials entre la forma d'abordar els problemes en la vida quotidiana i un abordament científic.*

El mètode científic és la forma particular de treballar de l'investigador, que permet transformar la seua activitat en una pràctica científica. Consisteix en tindre en compte un seguit d'aspectes essencials:

- **Plantejament del problema a estudiar**, formulació de preguntes susceptibles de tenir una resposta contrastable, consideració de les idees prèvies que tenim sobre el problema, recerca bibliogràfica...
- **Proposta d'hipòtesis** o explicacions provisionals que donen explicació al fenomen. Per considerar-se acceptables, han de ser congruents amb els fets observats, senzilles i han de poder posar-se a prova.
- **Comprovació de la hipòtesi** mitjançant la realització d'una observació, d'un experiment o, actualment, d'una simulació segons el sistema estudiat. Per exemple, si estudiem els estels fem observacions, si es tracta d'una reacció química o de la caiguda d'un cos, experiments i si estudiem el clima, simulacions. Aquesta part exigeix un procés de disseny de l'observació, l'experiment o la simulació. En els experiments i les observacions, s'han d'especificar molt clarament els instruments, les condicions, etc., per a que altre grup de recerca puga reproduir-les, ja que, sols si s'obtenen els mateixos resultats es considera comprovada la hipòtesi.

Aquest apartat pot marcar la diferència entre la ciència i les pseudociències, que es caracteritzen per la falta de precisió i claredat en el llenguatge utilitzat. Per exemple, les prediccions que fa l'astrologia són tan ambigües que qualsevol pot sentir-se identificat amb elles.

- **Anàlisi i comunicació dels resultats**, així com confrontar-los amb els obtinguts per altres grups d'estudiants i per la comunitat científica. Les tècniques que poden afavorir la interpretació de resultats són les taules, diagrames de barres, gràfics, etc. Si la hipòtesi era correcta això pot conduir a l'enunciat d'una llei (com veurem en el següent apartat) i, en cas contrari hem de revisar el disseny, o buscar una altra hipòtesi alternativa.
- **Enunciat de lleis o teories**. Quan una hipòtesi rep la suficient evidència experimental i sorgeix victoriosa d'un o més processos de comprovació va sent gradualment acceptada per tota la comunitat científica i es converteix en una llei o una teoria. Tant les lleis com les teories procedeixen d'una hipòtesi que ha estat provada, però no són el mateix:
 - o Una teoria és un conjunt d'enunciats articulats que tracta d'explicar un fenomen observat o un aspecte determinat de la realitat. És de caràcter molt general, i el seu valor resideix que ens permet comprendre, explicar i predir els fenòmens de l'àmbit de la realitat a la qual es refereix.
 - o Una llei també és un aspecte general del coneixement científic però que descriu el funcionament concret d'algun aspecte d'aquesta realitat. Moltes lleis poden ser reduïdes a una equació matemàtica, com la llei de la gravetat, de Newton ($F=G \cdot m_1 \cdot m_2 / d^2$).

Així, podem dir que les lleis es descobreixen, però les teories es construeixen. Són com uns grans models imaginaris, per això funcionem com a hipòtesis a gran escala. Veurem ara alguns exemples:

- ✓ Les lleis de Kepler descriuen el moviment dels planetes, però no donen una explicació a eixos moviments.

- ✓ la Teoria General de l'Evolució de les Espècies és una teoria general que explica la diversitat dels éssers vius, ens permet comprendre millor com funciona la naturalesa i ens permet predir determinats canvis que es produiran en el futur. La teoria s'aplica a tots els éssers vius, és d'abast universal.

Una llei general que afecta solament a un aspecte particular dins de la teoria de l'evolució afirma que, sempre que es produeix una mutació adaptativa avantatjosa, el tret producte d'aquesta mutació tendeix a preservar-se i a substituir al menys avantatjós.

- ✓ Moltes lleis sovint estan emparentades, és a dir, tenen relació entre elles. Llavors, per no seguir mantenint informacions disperses, construïm sobre el material de les lleis una teoria que intenta explicar les coses d'una perspectiva més amplia.
- ✓ Si una hipòtesi verificada posseeix un caràcter teòric general, es pot transformar en una nova teoria, però si es tracta d'un principi menys general, pot formar part d'una teoria prèvia que ha de ser així modificada.

Algunes disciplines, com la física o la química, tenen moltes lleis, ja que gran part dels principis darrere d'aquestes ciències estan relacionats amb equacions matemàtiques. Comparativament, la biologia té menys lleis científiques i més teories; això és així perquè hi ha molts aspectes d'aquest camp de la ciència que no pot ser reduït a termes matemàtics.

Finalment, és important remarcar que el comportament dels processos no està determinat per les lleis, sinó simplement regulat per elles. Així, l'home pot transformar els efectes d'una llei canviant les condicions dels processos afectats, però els processos ocorren d'una forma o altra independentment de l'existència o no de la llei.

Quan es treballa seguint el mètode científic, s'orienta el tractament científic dels problemes plantejats mitjançant l'emissió d'hipòtesis, però què és una hipòtesi?

La curiositat i/o la necessitat ens fan plantejar-nos preguntes al respecte. La ciència s'orienta a descobrir regularitats entre els fenòmens, regularitats que siguin “interessants”, en el sentit de que puguin servir per poder explicar aquests fenòmens.

La paraula “hipòtesi” té, de vegades, en la parla comuna, un cert matís pejoratiu, com quan es diu que una certa afirmació és una “mera hipòtesi”, és a dir, una explicació gratuïta. Etimològicament, la paraula hipòtesi deriva de hipo (baix) i tesi, és a dir, un enunciat que es realitza amb antelació a altres constituint un fonament. Podem definir-la, doncs, com “enunciats no comprovats o no comprovables”.

3. LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI COM A INVESTIGACIONS

Quin sentit té tot el que acabem de comentar? És molt corrent veure com els llibres de text ens ofereixen experiències com activitats “neutres” i totalment dirigides: pas 1, cal fer açò, pas 2, pesar, pas 3 mesclar... En elles s’oblida el paper de la investigació i de les hipòtesis com a solucions provisionals del problema, quan en la realitat, les hipòtesis són les que orienten la investigació i les que han de ser contrastades mitjançant els experiments, observacions o simulacions.

Les dades no tenen sentit per si mateixes, sinó que requereixen ser interpretades d’acord amb un sistema teòric. Així, per exemple, quan s’utilitza un amperímetre no s’observa la intensitat d’un corrent, sinó la simple desviació d’una agulla o uns dígitos que varien (Bunge, 1973). Hem d’insistir, per tant, en que tota la investigació, així com la mateixa recerca de dades vénen marcades per paradigmes teòrics, és a dir, per visions coherents, articulades, que orienten l’esmentada investigació.

És necessari també insistir en el fet que els problemes científics constitueixen inicialment “situacions problemàtiques” confuses: el problema no ve donat, cal formular-lo de manera precisa, modelitzar-ne la situació i fer determinades opcions per a simplificar-lo més o menys per a poder abordar-lo, aclarir l’objectiu, etc. I tot açò a partir del corpus de coneixements que es posseeix en el camp específic en què es desenvolupa el programa d’investigació.

La idea de realitzar treballs pràctics en abundància per superar un ensenyament purament llibresc i solucionar així la manca d’interès per l’aprenentatge de les ciències té una llarga tradició. De fet constitueix una intuïció bàsica de la generalitat dels professors de ciències, que contemplen el pas a un ensenyament eminentment experimental com una mena de “revolució pendent”, permanentment dificultada, en la majoria dels països, per factors externs (manca d’instal·lacions i material adequat, excessiu nombre d’alumnes, caràcter enciclopèdic dels currículums ...).

- A.11** *Analitzeu la forma en què es presenta un treball pràctic dels que ordinàriament s’inclouen en l’ensenyament de les ciències, comentant els seus aspectes positius, aquells altres que convindria modificar o suprimir, el que es troba a faltar, etc. Podeu utilitzar qualsevol dels que s’ofereixen als llibres de Coneixement del Medi Natural de Primària.*
- A.12** *Analitzeu la pràctica que s’ofereix a l’annex II. Contrasteu si en ella es donen les característiques que, en l’activitat anterior, heu pensat que és interessant tenir en compte.*
- A.13** *Penseu una estratègia per a la traducció de les pràctiques usuals de manera que es convertisquen en una tasca investigadora per als estudiants.*

Es poden donar innumerables respostes a la qüestió anterior, amb propostes per elaborar estratègies de millora de les pràctiques. Entre d'altres, es poden formular preguntes com les que s'indiquen a continuació, que ajuden a visualitzar la presència o absència de determinades característiques a les mateixes:

- Planteja un problema per investigar? Enfoca aquest problema de forma que siga d'interès per a l'estudiant?
- Contextualitza la pràctica, és a dir, explica clarament els objectius que pretenem aconseguir?
- Enllaça amb les classes teòriques, apunta cap als mateixos objectius, és a dir, permet ajudar a comprendre la teoria?
- Afavoreix l'emissió d'hipòtesis per part de l'alumne? Deixa explícita la hipòtesi que es va a mostrar?
- Indica per a què val el muntatge que es porta a terme?
- Explica què és cadascun dels productes que s'obtenen?
- Afavoreix la realització de dissenys experimentals
- Afavoreix la discussió i l'intercanvi d'idees entre els alumnes?
- Promou el treball en equip?
- Analitza els resultats dels experiments obtinguts?
- Incita a buscar bibliografia per aprendre alguna cosa més respecte del tema?
- Facilita la comunicació de resultats? Es replantegen, es posen en comú les dificultats sorgides al llarg del treball o tot allò que puga enriquir el coneixement,... ?

Totes aquestes respostes mostren que, si ens parem a pensar, és fàcil adonar-nos que falten moltes coses en la forma de realitzar les pràctiques i que, pot ser relativament fàcil millorar-les notablement. Aquesta qüestió s'ha plantejat a professorat en actiu amb molts anys d'experiència i, fins i tot, professors que han organitzat els seus treballs de laboratori com simples manipulacions, prenen consciència de les seues insuficiències i de que, per acció o omissió, els seus treballs poden transmetre tot un munt de visions deformades sobre el treball científic.

És fàcil censurar el caràcter de simple “recepta” i l'èmfasi que es posa en la realització de mesures i càlculs de forma quasi exclusiva en les pràctiques habituals, tant que és habitual l'absència de molts dels aspectes fonamentals per a la construcció de coneixements científics, com la discussió de la rellevància del treball a realitzar i aclarir la problemàtica en la que s'insereix, la participació dels estudiants en el plantejament de les hipòtesis i el disseny dels experiments, l'anàlisi dels resultats obtinguts,...

Aquestes crítiques coincideixen prou amb les arreplegades en la literatura respecte del tema, que han vingut desenvolupant-se des dels anys 50 i han cristal·litzat en articles, tesis, revistes monogràfiques destinades al tema,... També s'han criticat alguns intents de reforma per millorar l'ensenyament, com el model d'aprenentatge per "descobriment autònom", que ha mostrat importants limitacions associades a un inductivisme extrem i que ha aportat resultats molt pobres.

Una vegada hem arribat a la conclusió que els treballs pràctics es poden modificar de forma que ajuden a comprendre els continguts que s'estan estudiant i afavoreixen un aprenentatge significatiu, donarem un pas més i desenvoluparem un mètode que, possiblement, ajudarà a millorar l'aprenentatge.

A.14 *A partir de les aportacions obtingudes per millorar les pràctiques de laboratori, realitzeu una petita investigació i modifiqueu la pràctica de l'activitat 10 de forma que es pugui considerar-se una tasca investigadora.*

A.15 *Enumereu les etapes fonamentals d'un experiment científic.*

A.16 *Organitzats en grups, aneu al laboratori i porteu a terme el treball pràctic que es detalla a l'annex V, referent a l'estudi de la palanca.*

4. INDAGANT AMB EXPERIÈNCIES CIENTÍFIQUES ELEMENTALS

Si bé els treballs pràctics abans presentats són adequats per aproximar als futurs professors al treball científic, la veritat és que, a causa de la seva complexitat (realització d'hipòtesis, comprovació de les mateixes mitjançant experiments, anàlisi de resultats, etc.), plantegen dificultats en l'alumnat de Primària. Això ens ha portat a interessar-nos per la ciència recreativa o de la vida quotidiana (Jiménez Lliso i De Manuel, 2009; Lozano i Solbes, 2014), que cobra importància possiblement pels problemes de falta d'interès dels estudiants, que tractarem detingudament en el proper capítol.

El que ha canviat en el camí és la forma de presentar i tractar les petites experiències i joguines científiques. Abans apareixien com meres observacions o com il·lustracions o exemplificacions de la teoria prèviament explicada. Cal assenyalar que els científics consideren la ciència com una argumentació racional a partir de proves compartides. D'altra banda, des de la didàctica de les ciències es considera que argumentar "consisteix a ser capaç d'avaluar enunciats sobre la base de proves, reconèixer que les conclusions i els enunciats científics han d'estar justificats, és a dir, sustentats en proves" (Jiménez-Aleixandre, 2010). Diferents aportacions (Jiménez-Aleixandre et al 2009; Lozano, Solbes y García, 2012) posen de manifest que les investigacions sobre argumentació poden oferir un marc a la indagació realitzada amb les petites experiències i les joguines. Convé, a més, recalcar l'avantatge de les joguines respecte a altres materials més

habituals: solen ser més barats i estar disponibles més fàcilment, la il·lusió dels alumnes al veure una joguina que reconeixen és notable, les relacionen amb la seva vida quotidiana i així accepten que el que aprenen a les classes de física és una part de les seves vides i no una cosa aliena a la seva realitat. També s'ha demostrat que la implicació de les alumnes creix quan usen joguines (Lozano et al., 2014).

A.17 Un joguet clàssic és el ludió: Per què s'enfonsa? Construïu-ne un.

A.18 A partir de totes les idees exposades pels diferents grups per a l'experiència anterior, elaboreu un guió de la pràctica per a l'alumnat, que continga, com a mínim, els següents apartats:

- Títol
- Introducció motivadora i descripció de l'experiència
- Qüestions per plantejar als alumnes
- Tipus d'experiència: joguet, joc...
- Paraules clau
- Nivell d'aplicació
- Comentaris per al professor

També podem plantejar preguntes al voltant de com mostrar o aconseguir una cosa. Els títols poden tenir forma de problema a resoldre, per exemple: "Com aconseguir ...", "Com mostrar ...", "Com fer ...". També es poden plantejar en forma de "Per què ..." o amb format "periodístic" que contribueixi a cridar l'atenció. La sèrie que mostrem a continuació (annex VII) ha estat extreta de Furió et al. (2005) i el que es proposa és que els estudiants, organitzats en grups, resolguen algunes.

A.19 Per parelles, proposeu totes les formes que se us ocorreguen per resoldre algun dels problemes proposats a l'annex VII, tot explicant amb detall el procediment a seguir. A més, convé assenyalar els coneixements científics implicats, les possibles repercussions en el camp de les relacions CTSA (Ciència, Tecnologia, Societat i Ambient), on i com ho podríem plantejar a les nostres classes, etc.

Confeccioneu una fitxa de cada experiència que continga, com a mínim, els apartats indicats a l'activitat anterior.

NOTA: Repartiu les qüestions per tal que cada parella elabore una experiència diferent i no se'n repetisca cap.

A.20 Proposeu algunes experiències d'aquest tipus per tal de preparar un fons comú i anar posant-les en pràctica.

5. ELS PROCEDIMENTS EN EL CONEIXEMENT DEL MEDI NATURAL

Hem presentat una pràctica com investigació no tant perquè aquesta siga una activitat que hagen de realitzar els estudiants de Primària, sinó perquè aprofita per millorar les concepcions epistemològiques dels futurs professors sobre la ciència i el treball científic. D'altra banda en qualsevol treball pràctic s'inclouen molts dels coneixements procedimentals que han de ser ensenyats en Coneixement del Medi.

Els **coneixements procedimentals** són "seqüències d'accions dirigides a la consecució d'una meta". Aquestes accions poden consistir en simples tècniques com formular hipòtesis, controlar variables, fer servir instruments (el metre, el cronòmetre), mesurar, registrar per escrit els resultats de les mesures, representar gràfiques, comunicar per escrit, etc. Però també poden representar estratègies complexes (com la pròpia recerca) que implicaria un ús intencional d'aquestes tècniques.

Abans d'esmentar les tècniques o procediments que convindria introduir en el Coneixement del Medi hauríem de plantejar als futurs professors la següent qüestió:

- A.21** *Analitzeu el decret de Coneixement del Medi Natural i Social. Quina importància s'hi dona als continguts procedimentals? ¿La realitat que es porta a terme habitualment a les aules reflecteix el sentir de la Llei?*
- A.22** *Suposeu que formeu part d'un equip de mestres d'una escola que ha de planificar l'ensenyament de les ciències; quins aspectes s'haurien de tractar? ¿En quins aspectes caldria posar-se d'acord per tal que tots els tingueren en compte i l'alumnat, així, s'acostume a treballar de la forma que considerem adient per aconseguir un aprenentatge significatiu?*

Entre les diferents formes de classificar els procediments ens centrarem en la de Pozo i Gómez (1998), que diferencien entre:

1. Adquirir nova informació (d'observació, maneig i selecció de fonts d'informació, etc.).
2. Elaborar o interpretar les dades recollides (traduint a un format, model o llenguatge conegut o usant models per interpretar situacions).
3. Analitzar i fer inferències a partir d'aquesta informació (predir l'evolució d'un sistema, planificar i realitzar un experiment extraient conclusions, o comparar les implicacions de diverses informacions, etc.).
4. Comprendre i organitzar conceptualment la informació que rep (fent classificacions i taxonomies, establint relacions entre conceptes, comprnent els textos o el discurs escolar)
5. Saber comunicar els seus coneixements (dominant tant els recursos d'expressió oral i escrita com la representació gràfica o numèrica de la informació).

- A.23** *Classifiqueu els continguts procedimentals tenint en compte les categories abans esmentades. Quines conclusions es poden extraure respecte a la importància relativa de cada un d'aquests procediments en l'àrea de Coneixement del Medi Natural?*

6. LA TRANSFORMACIÓ DELS PROCEDIMENTS DES D'UN PUNT DE VISTA CONSTRUCTIVISTA

Encara que gran part dels procediments siguen de tipus intel·lectual, Caamaño (2003), ha establert els següents tipus de treballs pràctics:

1. Experiències: destinades a obtenir una familiarització perceptiva amb els fenòmens. Per exemple, observar diferents tipus de fulles, comprovar el tacte d'unes roques, observar cucs o formigues en un terrari, sentir la força d'una goma elàstica al estirar-la, veure el canvi de color en una reacció química, olorar un gas, observar la imatges que formen diferents tipus de lents, observar el cop de l'onatge contra un penya-segat, observar estrats i plecs al camp, etc.
2. Experiments il·lustratius: destinats a il·lustrar un principi o una relació. Suposen normalment una aproximació qualitativa o semiquantitativa al fenomen. Per exemple, observar la relació entre l'augment de pressió i la disminució de volum, comprovar com augmenta la capacitat erosiva de l'aigua en incrementar l'efecte del pendent, observar l'efecte de la llum en el creixement de les plantes, etc. Molts d'ells són utilitzats pel professorat com experiències demostratives.
3. Exercicis pràctics: dissenyats per aprendre determinats procediments i destreses pràctiques (realització de mesures, tractament de dades, tècniques de laboratori, etc.), Intel·lectuals (observació i interpretació, classificació, disseny d'experiments, control de variables, interpretació de mapes, etc.) i de comunicació (realització d'un informe) o per realitzar experiments que il·lustren o corroboren la teoria (es posa èmfasi en la determinació experimental de propietats i en la comprovació de lleis o relacions entre variables, amb enfocament dirigit).
4. Investigacions: dissenyades per donar als estudiants l'oportunitat de treballar com ho fan els científics en la resolució de problemes. Segons el tipus de problemes les investigacions poden ser teòriques, és a dir, d'interès en el marc d'una teoria (quina relació hi ha entre la pressió i el volum d'un gas?) O pràctiques, generalment en el context de la vida quotidiana (Quin material abriga més? Quin detergent és més eficaç?).

- A.24** *Busqueu experiències en llibres de text de Primària de Coneixement del Medi Natural i discutiu la forma en què s'han introduït, el que pretenen, tot comentant els seus aspectes positius, aquells altres que convindria modificar o suprimir i el que s'hi troba a faltar.*

- A.25** *Intenteu veure a quins tipus de la classificació anterior pertanyen.*

Tanmateix, això no impedeix que puguin ser utilitzats des d'una perspectiva constructivista de l'aprenentatge per explorar les idees dels estudiants, al demanar-los que interpretin el que observen, crear conflictes conceptuals quan l'experiència no respon a expectatives dels alumnes, consolidar noves idees en contextos experimentals diferents o avaluar el procés de canvi conceptual (Caamaño, 2003). O fins i tot que es realitzin amb un plantejament de recerca.

A.26 *Penseu com es pot fer la traducció d'aquestes activitats de procediments de manera que es convertisquen en una tasca investigadora per a l'alumnat.*

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- CAAMAÑO, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias, JIMÉNEZ, M.P (coord.), CAAMAÑO, A., OÑORBE, A., PEDRINACI, E. y PRO, A., *Enseñar Ciencias*, Barcelona: Graó.
- BUNGE, M. (1973). *La investigación científica*, Barcelona: Ariel.
- FURIÓ, C., PAYÁ, J. y VALDÉS, P. (2005). ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica?, pp 81-103 de GIL, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (Eds.) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, Santiago: UNESCO.
- JIMÉNEZ-LISO, M.R. y DE MANUEL, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (2), 257-272.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. A., GALASTEGUI, J. R., EIREXAS, F. y PUIG, B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú. http://rodausc.eu/central/090522/index.php?option=com_docman&Itemid=9&lang=es
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M P (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó
- LOZANO, O., GARCÍA, R. i SOLBES, J. (2007). Cuatro juegos que ilustran la conservación de la energía. *Alambique*, 54, 115-118
- LOZANO, O., SOLBES, J. y GARCIA, R. (2012). Contribución de la ciencia recreativa al desarrollo de competencias argumentativa y actitudinales. *Alambique*, 71, 70-80.
- LOZANO, O. i SOLBES, J. (2014). *89 experimentos de física cotidiana*. Barcelona: Graó.
- POZO, J.I. i GÓMEZ, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia*, Madrid: Morata.



Hipòtesi científica

És una afirmació o proposició acceptable sobre l'existència d'una regularitat o sobre les causes de la mateixa, que sorgeix a partir de la recollida d'informació i dades i serveix per respondre, de forma temptativa i provisional, a un problema amb base científica.

- De vegades aquestes regularitats són patents i es troben fàcilment. Sovint, per contra, estan més amagades a la inspecció superficial i el seu descobriment és difícil.
- Qualsevol afirmació sobre l'existència de regularitats o sobre llurs causes no es pot considerar una hipòtesi. Una hipòtesi ha de complir uns requisits:
 - o Ha d'estar ben formada, s'exigeix que estiga lliure de contradiccions formals.
 - o Ha de servir per explicar el fet del que tracta.
 - o Ha d'estar fundada, d'alguna manera, en coneixements previs.

No obstant, hi ha casos en els que el científic formula hipòtesis fruit d'intuïcions genials que no encaixen amb aquest requisit. En aquests casos es donen “revolucions” dins la ciència: per exemple, en astronomia, la concepció heliocèntrica suposà una hipòtesi revolucionària respecte del geocentrisme; tal hipòtesi no es podia seguir dels coneixements previs existents sobre l'estructura de l'univers. Altres exemples podrien ser: la teoria de la relativitat, la teoria de l'evolució, etc..

- o Ha de ser empíricament contrastable, és a dir, per poder verificar o negar científicament el fet en qüestió, s'ha de poder sotmetre a un procés de comprovació, mitjançant un experiment o la pròpia observació.

Per això, si hi ha dues hipòtesis que pretenen explicar els mateixos fenòmens, triarem la més fàcil de sotmetre a aquest procés. Això porta a preferir hipòtesis clarament formulades i el més senzilles possibles.

L'acceptació d'una hipòtesi només quedarà justificada quan es contrasten empíricament els enunciats que se'n **dedueixen** de la mateixa .

- Les hipòtesis poden ser amplificadores, referides a prediccions o retroaccions de fets i serveixen per ampliar el coneixement d'un fet, o explicatives, que permeten conèixer per què un determinat enunciat és vertader i permeten aprofundir en el nostre coneixement.
- Les hipòtesis no són la conclusió d'un raonament inductiu a partir de l'observació repetida d'una sèrie de fets, sinó que poden ser formulades tot partint de l'observació d'un sol fet.

Les lleis i teories. D'on ve la confusió entre teoria i llei?

Són conceptes diferents, però, tenen alguns punts en comú:

- Estan basades en hipòtesis provades
- Es sustenten en gran nombre de dades empíriques
- Ajuden a unificar i donar cos a un camp en particular
- Estan acceptades per la gran majoria de científics (generalment tots) de la disciplina respectiva.
- Ambdues podrien mostrar-se com no vàlides o incompletes si es troben dades empíriques que ho sustenten. De fet, la millor ciència sempre ha sorgit de qüestionar el coneixement acceptat, com en el cas d'Einstein que va qüestionar les lleis de la mecànica de Newton, afirmació impensable en la època, però que va eixir endavant quan Einstein mostrà que eixa llei no ho explicava tot.

Tanmateix és molt estrany que una llei siga refutada, ja que ha arribat a llei justament perquè s'han anul·lat totes les possibilitats de refutació conegudes, però és clar que sempre pot haver nous descobriments que aporten eixa possibilitat.

En l'actualitat, molta gent té una idea completament errònia d'aquests conceptes i és capaç d'afirmar sense cap dubte que la teoria és una cosa que no està completament clara, i que es tracta d'un pas previ abans d'arribar a la llei científica, una qualificació que s'adquireix únicament quan la teoria queda completament demostrada. D'on ve aquest error? Per contestar aquesta pregunta cal endinsar-se en la història i comprendre com han evolucionat amb el pas dels segles el món, la forma de fer ciència i les creences.

El concepte de ciència va donar un canvi radical al llarg dels segles XVI i XVII amb la introducció del mètode científic, permetent deslligar del camp de la ciència creences arrossegades des de temps hel·lènics com l'alquímia o l'astrologia. Però malgrat la incorporació del mètode científic, l'important arrelament de les creences i religions no van desaparèixer de la nit al dia. El concepte d'un déu creador es va mantenir pràcticament intacte en la societat fins ben entrats al segle XVIII, i això va condicionar tremendament als científics a l'hora d'exposar les seves conclusions.

Per posar un exemple, Newton i els seus coetanis creien en Déu, i mai van dubtar de la seva existència, per la qual cosa tots els seus estudis es van orientar a descriure les lleis escrites per aquest Déu al que consideraven el gran legislador. En certa manera, no pretenien explicar la naturalesa, sinó tan sols descriure-la. Avanços com la Llei de la Gravitació Universal només pretenia ser una descripció d'una llei escrita per Déu, que en el seu moment pretenia ser absoluta i vàlida, obviant completament la possibilitat que més tard es demostrés com no vàlida o com incompleta. Sota aquestes condicions van aparèixer altres avanços científics com les diferents lleis de les proporcions en el camp de la química, o la Llei de Mendel en el camp de la biologia.

Segons va anar arrelant el mètode científic entre físics, químics o biòlegs i les creences anaren deslligant-se de la ciència, van començar a formular-se teories. El millor exemple possiblement

sigui la Teoria de l'Evolució de Charles Darwin. En aquest cas, Darwin no pretenia descriure les lleis escrites per un déu, sinó que volia explicar com funcionava la naturalesa, deixant completament al marge qualsevol possible deïtat que fos més enllà.

De nou, aquest canvi no va ser alguna cosa radical, sinó gradual. Fins a mitjan segle XIX va ser molt comú la formulació de noves lleis, sobretot en el nou camp de la química, que Boyle ja havia començat a dibuixar a finals del segle XVII. La química necessitava ser descrita abans de ser explicada, raó per la qual van aparèixer multitud de lleis al llarg del segle XVIII i principis del segle XIX.

Resumint i conclouent. És cert, una teoria i una llei científica no són exactament el mateix i no són termes intercanviables, però tots dos tenen la mateixa validesa. Una teoria no és un pas previ a la determinació d'una llei, ja que per a això tenim un altre terme en el camp de la ciència: la hipòtesi. Tots aquests raonaments podrien considerar-se irrelevants si no fora perquè hi ha gent que intenta treure partit d'aquesta confusió per intentar inculcar-nos les seves creences, com per exemple, els que afirmen que el creacionisme és una opció vàlida perquè la teoria de l'evolució és encara una teoria.



ANNEX II. PRÀCTIQUES DE LABORATORI D'UN LLIBRE DE TEXT (A.12)



L'aire ocupa espai i pesa

Costa creure que l'aire és material, perquè no el notem, encara que vivim envoltats d'aire.

L'aire pesa



Unfla dos globus iguals i penja'ls en una vareta, de forma que quede equilibrada. Després punja'n un. La vareta es desequilibra, perquè el globus unflat pesa més.

L'aire ocupa espai



Col·loca l'embut i tapa bé la boca de la botella amb plastilina, perquè l'aire no pugui eixir. Veuràs que l'aigua no pot entrar, perquè l'aire ocupa tot l'espai.



Depuració de l'aigua usada

Diàriament usem aigua en moltes activitats. Una vegada usada, l'aigua s'arregla a través de la xàrcia de clavegueres i es du al riu o al mar. Però abans l'aigua ha de passar per una **estació depuradora**, on s'eliminen les substàncies que poden danyar el medi ambient. Veiem com podem netejar l'aigua usada:

Agafem un poc d'aigua bruta d'un bassal o d'un estany.



En un test fiquem un paper de filtre. Damunt posem una capa de carbó, una altra d'arena, i per últim, una de grava.



Posem el test sobre un recipient net i aboquem amb cura l'aigua bruta en el test.

L'aigua filtrada està molt més neta. No obstant això, no es pot beure, perquè no està potabilitzada i pot contindre gèrmens perillosos per a la salut.



Separació de mescles

La majoria de les matèries apareixen mesclades les unes amb les altres. Per a separar-les utilitzem distints procediments; entre ells destaquen:

Filtració

Servix per a separar un sòlid sense dissoldre d'un líquid; per exemple, arena i aigua.



En l'embut fiquem un paper porós, anomenat paper de filtre, que deixa passar l'aigua, però no l'arena.

Decantació

Servix per a separar dos líquids; per exemple aigua i oli.



L'aigua queda davall de l'oli, i es trau obrint la clau que té l'embut en la part inferior.

Evaporació

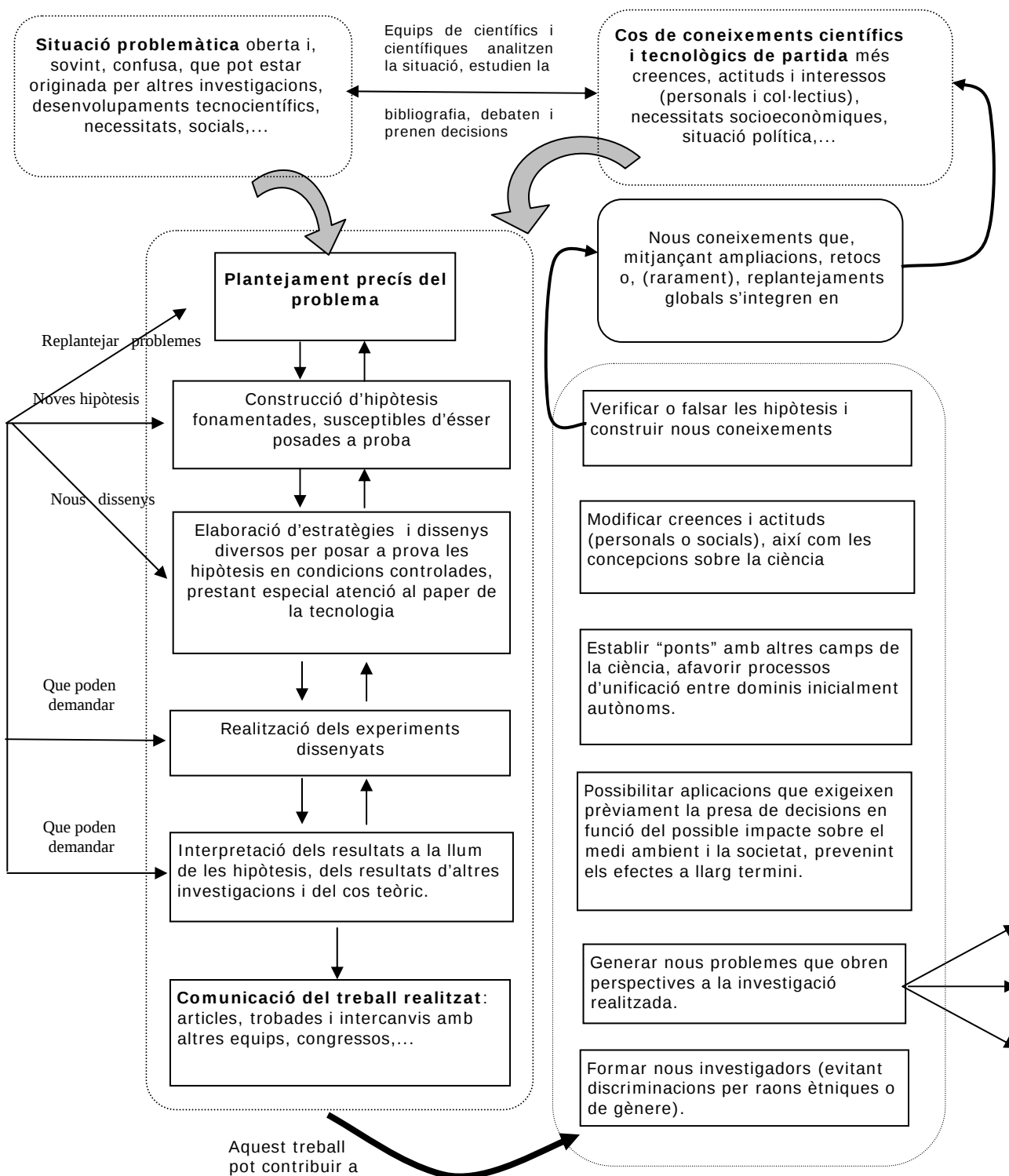
Servix per a separar un sòlid dissolt en un líquid; per exemple, sal i aigua.



Es col·loca l'aigua salada en un recipient ample i baix, i uns dies després hi apareixen cristalls de sal.

ANNEX III. Diagrama d'una investigació científica (A.15)

Representació esquemàtica d'un procés col·lectiu obert, sense regles ni etapes rígides



ANNEX IV. ASPECTES A INCLOURE EN UN CURRÍCULUM DE CIÈNCIES PER AFAVORIR LA CONSTRUCCIÓ DE CONEIXEMENTS CIENTÍFICS.

1. **Plantejar situacions problemàtiques** obertes (amb objecte que l'alumnat pugui prendre decisions per precisar-les) d'un nivell de dificultat adequat (corresponent a la seua zona de desenvolupament potencial que, tenint en compte les idees, visió del món, destreses i actituds de l'alumnat generen interès i proporcionen una concepció preliminar del treball a desenvolupar.

2. Plantejar una **reflexió** sobre el possible interès de les situacions proposades que done sentit a l'estudi (considerant la relació amb el programa general de treball adoptat, les possibles implicacions CTS, etc.)

Es presta atenció en general, a potenciar les actituds positives i a que el treball es porte a terme en un clima proper a allò que és una investigació col·lectiva (situació en la que les opinions, interessos, etc. De cada persona compten) i no en un clima de sotmetiment a les tasques imposades per un professor, “capatàs”?

Es procura evitar tota discriminació per raons ètniques, socials,... i, en particular, l'ús d'un llenguatge sexista, transmissor d'expectatives negatives cap a les dones?

3. Proposar als estudiants **l'estudi qualitatiu de les situacions problemàtiques** plantejades, significatiu, que ajude a comprendre i acotar les situacions plantejades (a la llum dels coneixements disponibles, de l'interès del problema, etc. i a formular preguntes operatives sobre el que es busca, així com a la presa de decisions, amb ajuda de les necessàries recerques bibliogràfiques per acotar problemes precisos (ocasió per a que comencen a explicitar funcionalment les seues idees i formes de pensament).

D'altra banda, es mostra el paper essencial de les matemàtiques com instrument d'investigació, que intervé des de la formulació mateixa de problemes a l'anàlisi dels resultats, sense caure en operativismes cecs?

4. **Orientar el tractament científic dels problemes plantejats**, fet que comporta:

- La **construcció de conceptes i emissió d'hipòtesis** fonamentades en els coneixements disponibles, susceptibles d'orientar el tractament de les situacions i de fer explícites, funcionalment, les preconcepcions
- Prestar atenció a les possibles preconcepcions posades de manifest en l'emissió d'hipòtesi, així com a l'actualització dels coneixements que constitueixen prerequisits per a l'estudi que s'ha iniciat.

5. Plantejar l'elaboració i disseny d'estratègies de resolució (en plural), incloent, si cal, dissenys experimentals per a la contrastació de les hipòtesis a la llum del cos de coneixements de què es disposa.
 - Es demana, al menys, l'avaluació crítica d'algun disseny, etc.?
 - Es presta atenció a l'activitat pràctica per ella mateixa (muntatges, presa de mesures,...)?
 - Es potencia la incorporació de la tecnologia actual als dissenys experimentals (ordinadors, electrònica, automatització...) amb objecte d'afavorir una visió més correcta de l'activitat científicotècnica contemporània?
6. Realitzar una anàlisi detinguda dels resultats (la seua interpretació física, fiabilitat, etc.) comparant-los amb els obtinguts per altres grups d'alumnes i per la comunitat científica. Açò es pot convertir en ocasió de conflicte socio-cognoscitiu entre diferents concepcions (prenent-les totes com hipòtesis) i obligar a concebre noves hipòtesis.
 - Es planteja alguna reflexió sobre els possibles conflictes entre alguns resultats i les concepcions inicials?
 - S'afavoreix l'autoregulació del treball de l'alumnat?
 - Es promou que els estudiants comparen la seua evolució conceptual i metodològica amb la que va experimentar històricament la comunitat científica?
7. Proporcionar oportunitats als alumnes per usar les noves idees en diferents contextos, permetent la utilització reiterada dels nous coneixements en una varietat de situacions per a fer possible **l'aprofundiment i la consolidació** dels mateixos:
 - En particular, considerar les implicacions CTSA de l'estudi realitzat que tinguen a veure amb els coneixements considerats (possibles aplicacions, repercussions negatives,...), propiciant a aquest respecte la presa de decisions.
 - Proposar activitats específicament dissenyades per tal de detectar la permanència de possibles idees alternatives, comparant les respostes amb les que es podrien donar si aquestes idees no hagueren estat ja canviades (afavorir l'autoestima en adonar-se del progrés abastat en l'aprenentatge).
 - Posada en qüestió de les idees dels estudiants mitjançant l'ús de contraexemples (conflictes cognoscitius)
8. Dissenyar els continguts a desenvolupar i la seua seqüenciació de manera que permeten mostrar el caràcter de **cos coherent de coneixements** que té tota ciència, afavorint la comprensió d'allò que s'està donant com una part que contribueix a la construcció d'eixe cos de coneixements i que pot tindre implicacions en altres camps de coneixements.

- Proposar i afavorir activitats de síntesi (esquemes, memòries, mapes conceptuals,...), que posen en relació coneixements diversos l'elaboració de productes i la concepció de nous problemes d'interès, seguint el fil conductor establert.
- Replantejar l'estudi considerant els problemes des de possibles perspectives diferents, a altres nivells de complexitat, problemes derivats,...
- Demanar l'elaboració de “productes” susceptibles de trencar amb plantejaments excessivament escolars i de reforçar l'interès per la tasca (cartells, col·leccions, objectes,...)?

9. Plantejar la comunicació com un aspecte fonamental de l'activitat científica

- Demanar l'elaboració de memòries científiques del treball realitzat
- Demanar lectures complementàries i comentari crític de textos científics
- Prestar atenció a la verbalització, sol·licitant comentaris significatius que eviten l'operativisme mut

10. Potenciar la dimensió col·lectiva del treball científic organitzant equips de treball i facilitant la interacció entre els equips i la comunitat científica (representada en la classe per la resta d'equips, el cos de coneixements ja construït, els textos, el professor com expert,...)?

- Es fa veure, en particular, que els resultats d'una sola persona o d'un sol equip no poden bastar per verificar o falsar una hipòtesi?
- Es mostra el cos de coneixements disponible com la cristal·lització del treball realitzat per la comunitat científica i l'expressió del consens abastat en un determinat moment?



ANNEX V. Investigant sobre la palanca (A.16)

Al voltant del segle V abans de Crist, va viure el genial filòsof, inventor i científic, Arquímedes. Atesa la gran quantitat de mecanismes que desenvolupà, corren moltes llegendes que l'involucren, com la que es relata en la següent activitat:

- A.1** Arquímedes, el genial filòsof i inventor del segle III aC va dir la cèlebre frase: “Doneu-me una palanca i mouré el món”. Expliqueu el seu significat. Si considereu que es pot portar a terme, indiqueu de quina forma. Si penseu que és impossible, expliqueu per què.



- A.2**
- Expliqueu les parts de què consta una palanca, ajudant-vos de dibuixos per reforçar l'explicació.
 - Busqueu informació sobre les classes de palanques que existeixen i porteu a classe exemples de cadascun d'ells per analitzar el seu funcionament.

Arquímedes sabia que una palanca pot ajudar a alçar grans pesos si la preparem de forma que s'aprofite la seua ajuda. Per exemple, anem a centrar-nos en el cas de la palanca més coneguda pels xiquets: el balancí.

- A.3** Realitzeu l'experiència que es descriu en la figura:

- a) Prepareu un balancí amb ajuda d'una regla i un objecte que l'equilibre i col·loqueu la mateixa quantitat de monedes en cadascun dels extrems fins que estiga equilibrada.



FIGURA 1.

- b) Què podríem fer per equilibrar la regla si en un costat hi ha més monedes que en l'altre



FIGURA 2.

- c) Menegeu les monedes en els dos costats, afegiu monedes, lleueu-les, acosteue-les,... fins poder donar una hipòtesi de quina ha de ser la condició per a que s'equilibre la palanca.

- A.4** Emeteu una hipòtesi per explicar la relació que es dona entre els mòduls de les forces i les distàncies des del seu punt d'aplicació a l'eix de la rotació, quan una palanca es troba en equilibri.
- A.5** Escriviu una llei matemàtica que done resposta a la hipòtesi que heu plantejat.
- A.6** ¿Pot ser científic, a més de divertit, jugar en el balancí?



Anem a veure-ho, plantejant-nos un seguit de reptes als que haureu de donar una resposta basada en la llei que hem proposat a l'activitat 5.

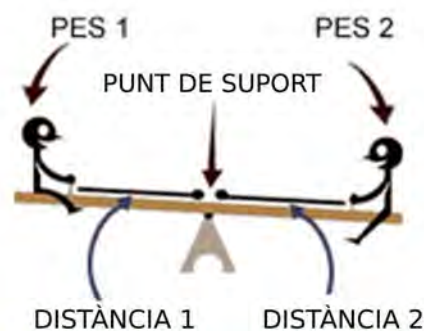
- Suposem dos jugadors de la mateixa massa. On hauran d'estar assentats per a que, en pujar i baixar, cap dels dos toque amb els peus en terra?
- Suposem ara un jugador a soles. Què haurà de fer per balancejar el balancí cap dels dos extrems?
Abans d'intentar-ho, penseu bé què heu de fer per tal de no caure!!
- Dos contra un!
Que es col·loquen dos amics a un costat i un a soles a l'altre. Hi haurà alguna forma que el que està a soles alce els altres dos? Com?
- David contra Goliat.
Dos jugadors i un d'ells té tres vegades més massa que l'altre. On s'ha de col·locar el de menor massa per tal de que el balancí s'equilibri i poder jugar?



Quin objectiu te plantejar aquests reptes a l'alumnat? Permetre'ls que desenvolupen la imaginació i que facen ús, sense adonar-se i mentre juguen, de les lleis de la palanca:

Pel que fa a la primera qüestió, per que no toquen amb els peus a terra caldrà que els dos estiguen a la mateixa distància del centre. Per a que es balancege sense tocar el pis, el més fàcil és que tu balanceges el teu cos cap arrere i el teu amic cap avant i, quan va a tocar terra, canviar ràpidament, tu cap avant i el teu amic cap arrere.

El que es fa amb açò és acurtar i allargar la distància de cadascun dels dos al punt d'equilibri. Com l'equilibri depèn del producte de la massa per la distància al punt d'equilibri, encara que les masses no canvien, en variar les distàncies, varia el producte (pes x distància), el balancí es desequilibra i va cap al costat on aquest producte és major.



$$\text{pes 1} \times \text{distància 1} = \text{pes 2} \times \text{distància 2}$$

Respecte a la segona qüestió, és relativament fàcil que una persona sola balancege la palanca, sempre que tinga un poc d'equilibri. Sols caldria col·locar-se al centre del balancí amb un peu a cada costat del fulcre i fer força, primer amb un peu i després amb l'altre.

Mentre la persona romanga al centre no varia la distància, però si que ho fa la força i, per tant, es produeix el balanceig.



El tercer i quart repte són fàcils de superar variant la massa o la distància. Com les masses no es poden modificar, una persona podrà alçar a dues persones alhora variant la distància. No importa la diferència de masses, sempre que la persona sola s'allunye del fulcre i els dos s'acosten el màxim possible, serà possible alçar-los... com Arquimedes volia fer amb la Terra!

Finalment, com exemple de relacions CTS es poden plantejar les següents activitats:

A.7 Hi ha tres tipus de palanques, anomenades de primer, segon i tercer gènere. En el primer, el punt de suport O està entre la potència P i la resistència R. En el segon, R està entre O i P i en el tercer P s'aplica entre R i O. Moltes eines es basen en el funcionament dels diferents gèneres de palanques. Esmenteu-ne algunes.

A títol d'exemple s'inclou a continuació un esquema obtingut de la pàgina de ciència del periòdic "El Mundo".

A.8 Les màquines són sistemes que permeten transformar una energia en un treball. Les màquines simples són capaces de transmetre les forces de forma directa. A més de la palanca cal destacar la politja, el pla inclinat, la roda, etc. Enumereu possibles aplicacions de les altres màquines simples.

LA PALANCA

Ciertos artilugios se basan en un procedimiento simple diseñado sobre un punto de apoyo que consigue multiplicar la fuerza ejercida en un determinado lugar de la palanca para superar una resistencia. Para conseguirlo se hace necesario aumentar el recorrido existente entre el sitio en donde se realiza la fuerza y el punto de apoyo. Muchas herramientas e instrumentos de uso común en nuestros días aplican el principio de la palanca para su funcionamiento.

R Resistencia **O** Punto de Apoyo **↑** Fuerza

PALANCAS DE PRIMER GÉNERO

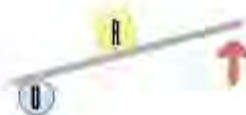
La situación del punto de apoyo en relación con la resistencia y la fuerza determina la clase de palanca. En la de primer género, el punto de apoyo (llamado fulcro) se encuentra entre la fuerza y la resistencia, como sucede en el caso de las tijeras, la balanza, las tenazas y el columpio.



• Las tijeras: un ejemplo de palanca de primer género.

PALANCAS DE SEGUNDO GÉNERO

En esta clase de palancas, el punto de apoyo se sitúa en un extremo y la resistencia se localiza entre la fuerza y el punto de apoyo. Algunos artilugios que se corresponden con este tipo son el cascanueces, la carretilla y el abrebotellas.



• El cascanueces: un ejemplo de palanca de segundo género.

PALANCAS DE TERCER GÉNERO

En este caso, el punto de apoyo también se encuentra en uno de los extremos y la fuerza actúa entre la resistencia y el punto de apoyo. Las pinzas y el antebrazo humano representan ejemplos de palancas de tercer género.



• Las pinzas: un ejemplo de palanca de tercer género.

HISTORIA DE LA PALANCA

384 - 322 A de C • ARISTÓTELES

Este filósofo griego escribe tratados de física y enuncia la ley de la palanca.

207 - 212 A de C • ARQUÍMEDES

El científico griego formula el principio de la palanca y diseña diversos inventos mecánicos. Con un simple movimiento de la mano, lanza una pesada embarcación desde la playa al mar, por medio de un juego de palancas y poleas.

1452 - 1510 • LEONARDO DA VINCI

Artista y humanista italiano, explica el funcionamiento y las aplicaciones de la palanca.

1530 - 1580 • BENEDETTI

El nombre de este matemático italiano se utiliza para designar el brazo de la palanca.



DADME UN PUNTO DE APOYO... Y MOVERÉ EL MUNDO

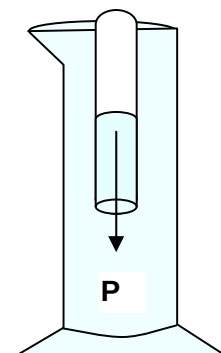
Para mover una carga pesada situada en un extremo de la palanca (como la piedra de la imagen), la clave se centra en situar el punto de apoyo a una larga distancia de donde se ejerce la fuerza y a corta distancia de la resistencia, con lo que el esfuerzo necesario es menor. Así se confirma el principio de la palanca, que afirma que la fuerza multiplicada por su distancia al punto de apoyo es igual a la multiplicación de la resistencia por el recorrido al fulcro.

Infografía: Carolina de los Angeles / Todos-Mañana / iStock / EL MUNDO



Un ludió és un joguet que ens mostra, de forma molt simplificada, el procediment que utilitzen els peixos, o els submarins, per pujar o baixar a diferent profunditat. Es basa, com tantes d'altres conceptes, en estudis fets per Arquimedes.

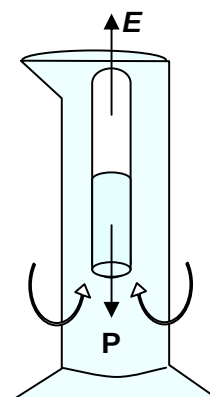
En principi, per fabricar-ne un, sols necessitem una proveta i un tub d'assaig. En primer lloc, omplirem completament la proveta amb aigua i, tot seguit, posarem el tub d'assaig cap a baix, **aconseguint que es quede surant**. Com? Amb un poc de paciència:



- Ompliu el tub més o menys per la meitat i fiquen-lo dins de l'aigua
- Si s'enfonsa, repetiu l'operació, però ara amb menys aigua dins.
- Pel contrari, si sobreix massa, poseu més aigua
- Repetiu l'operació totes les vegades que calga, fins que el tub es quede exactament a ras de l'aigua.

Per què s'enfonsa el tub d'assaig si conté massa aigua?

Mentre el tub està introduït dins del líquid actuen sobre ell dues forces: el pes (P), que és una força vertical cap a baix i la força que fa l'aigua sobre nosaltres, vertical i cap amunt, a la que anomenem **empenta** (E):



1. Si el pes és major que l'empenta, el tub s'enfonsa.
2. Si l'empenta és major que el pes, el tub sobreix del líquid en el que està submergit.
3. Si el pes i l'empenta tenen el mateix valor, el cos està en equilibri i s'acompleix que $P = E$

Si volem que el tub s'enfonse, sols haurem d'aconseguir que pese més: si fem pressió amb el palmell de la mà sobre la boca de la proveta, el tub s'enfonçarà. En llevar la mà, tornarà a pujar.

Per què ocorre això? Recordem que la proveta hi està plena d'aigua, per tant:

- En fer pressió, l'aigua tractarà d'eixamplar el seu volum.
- Com no pot eixir per cap lloc, entrarà per la part de baix del tub, que està oberta.
- Una major quantitat d'aigua a l'interior del tub, té com a conseqüència un augment de pes, de forma que ara $P > E$ i el tub s'enfonsa.

Per fabricar un ludió propi a casa es pot substituir la proveta per una botella d'aigua mineral amb tap i el tub d'assaig de l'interior pel caputxó d'un boli. Si està foradat per la part superior, es tapa el forat amb plastilina. Per contrapesar-lo es pot utilitzar una rosca o un poc de plastilina.

En compte de fer pressió amb el palmell de la mà, es tapa la botella i es pressiona sobre els costats de la mateixa, obtenint el mateix resultat.



ANNEX VII. Indagant amb experiències científiques elementals (A.19)

Problemes proposats per elaborar experiències científiques elementals. Convé confeccionar una fitxa de cada experiència que continga, com a mínim:

- *La relació amb els coneixements científics implicats.*
- *Les possibles repercussions en el camp de les relacions CTSA (Ciència, Tecnologia, Societat i medi Ambient).*
- *On i com ho podríem plantejar a les nostres classes, etc.*
- *L'explicació detallada del procediment a seguir.*

Experiències elementals:

1. Com mostrar que els gasos ocupen un volum?
2. Com evitar que l'aigua que vessem sobre un embut no caiga dins de l'ampolla?
3. Com transvasar aire d'un recipient a un altre?
4. Com mostrar que els gasos pesen?
5. Com mostrar que l'atmosfera exerceix una gran pressió?
6. Com mostrar la influència de la temperatura sobre la pressió dels gasos?
7. Com fer saltar una moneda indefinidament sobre el coll d'una ampolla?
8. Com inflar un globus sense bufar?
9. Com mostrar d'una forma cridanera la influència de la quantitat de gas sobre la pressió que exerceix?
10. Com mostrar la gran influència de la pressió sobre el volum d'un gas i viceversa?
11. Com aconseguir que el fum baixi en compte d'ascendir?
12. Com fer que una ampolla s'engolisca un ou bullit?
13. Com fer pujar l'aigua que ompli un plat per una ampolla o got cap per avall?
14. Com evitar que una ampolla plena d'aigua i sense tap es buide en posar-la cap per avall?
15. Com evitar que l'aigua d'un got caiga en posar-lo cap per avall (sense posar-li una tapa)?
16. Com aconseguir que una ampolla de plàstic i fins i tot una llauna de refresc s'esclafi sense que la comprimim?
17. Com aconseguir que en xuclar per una palleta no pugi aigua?
18. Com aconseguir que un objecte es submergeixi en aigua i emergeixi a voluntat nostra?
19. Com podem fer pujar o baixar, a voluntat, un petit objecte dins d'una ampolla d'aigua? (Ludió o dimoniet de Descartes).
20. Com “vèncer” un martell amb un full de periòdic?
21. Com perforar una creïlla crua amb una palleta?

22. Col·loqueu una bola de paper dins del coll d'una ampolla horitzontal i bufeu cap endins. Què passarà?
23. Com aconseguir desplaçar un cèntim d'euro, dins de l'aigua, sense que caiga, mitjançant una palleta?
24. Omplim dos embuts iguals amb aigua. Com aconseguir que un d'ells es buide més de pressa?
25. Com fer que una làmina d'oli es transformi en esfera?
26. Com punxar un globus sense que exploti?
27. Com fer que una agulla suri sobre l'aigua?
28. Com alçar un pes gran només amb un full de paper?
29. Com aconseguir que un full de paper caiga tan ràpidament com un objecte pesant?
30. Com aconseguir, en una fila de monedes iguals, que una isca llançada sense que les altres es moguen? I dos?
31. Com aconseguir en una fila de pèndols contigus que oscil·li un només o dos, etc.?
32. Com fer que un globus es desplaci rectilíniament?
33. Com saber si un ou està cuit o no?
34. Com fer que un ou suri en un got d'aigua?
35. Com fer que suri un objecte més dens que l'aigua, com la plastilina?
36. Com fer ballar unes panses amb l'ajuda d'una aigua tònica?
37. Com aconseguir, con dues forquetes i un tros de pa, un “mòbil” capaç de guardar l'equilibri?
38. Com aconseguir, amb tres escuradents, un “mòbil” capaç de guardar l'equilibri?
39. Com fer que un pot, deixat en un pla inclinat, pugi en compte de baixar?
40. Com aconseguir que, en estirar d'un objecte en una direcció, se'n vagi en la contrària?
41. Com llançar un projectil sense utilitzar substàncies perilloses?
42. Com construir una “catapulta” amb dues pinces d'estendre la roba?
43. Com llançar un objecte mitjançant un globus?
44. Com llançar un objecte mitjançant una palleta?
45. Com llançar un objecte mitjançant una aspirina efervescent?
46. Com fer que les flames de dos ciris s'atraguen?
47. Com traure una pilota de “ping-pong” de l'interior d'una tassa mitjançant una palleta (però sense tocar-la)?
48. Com “contagiar” l'oscil·lació d'un pèndol a un altre pèndol (sense tocar-lo)?
49. Com aconseguir que una pilota faci un gran salt, deixant-la caure sense impulsar-la?
50. Com construir, amb escuradents, una “estrella” capaç de saltar per l'aire?
51. Com fer que un “CD” es desplaci sense fricció sobre una superfície?

52. Tenim un regle recolzat sobre els dits índexs d'ambdues mans. Intenteu desplaçar l'índex d'una mà, per davall del regle, fins on està l'altre dit índex. Expliqueu el que ocorre.
53. Com fer que un pot cilíndric, llançat a rodar sobre una superfície, s'ature ràpidament mentre un altre pot igual (i del mateix pes) continue girant?
54. Com conversar amb una persona molt allunyada sense que els escolten els altres y sense utilitzar telèfons comercials?
55. Com escoltar més intensament el so que s'obté en colpejar una cullera amb una altra?
56. Com fer sentir la vibració d'una veu?
57. Com fer callar un cascavell (és a dir, que no se senta encara que l'agitem)?
58. Com fer cantar un tub flexible de plàstic?
59. Com fer cantar una copa?
60. Com fer que una copa cante més o menys agut?
61. Com aconseguir tenir paper en contacte amb una llama sense que es creme?
62. Com alçar un glaçó de gel amb un cordell sense lligar-lo?
63. Cremeu la part superior d'un cilindre de paper (com ara una bosseta d'infusió buida) col·locat verticalment. Què passarà? Per què?
64. Com veure les coses cap per avall sense lents ni espills?
65. Com veure per damunt d'un obstacle?
66. Un got opac ens impedeix veure la moneda que reposa en el fons. Com aconseguir veure-la sense acostar-nos més?
67. Com podem veure blanca una cosa pintada de colors?
68. Com podem fer creure que hem doblegat una cullereta?
69. Com fer veure l'Arc de Sant Martí sense que ploqui?
70. Com aconseguir foc amb els raigs del Sol?
71. Com fer que un pèndol es desplace lleuger sense aplegar a tocar-lo?
72. Com fer ballar un raig d'aigua molt fi obtingut en obrir una aixeta?
73. Com fer girar una barreta de metall sense tocar-la?
74. Com aconseguir que un regle de plàstic gire "fugint" d'un altre regle de plàstic?
75. Com fer saltar uns petits ninots de paper?
76. Com aconseguir que un globus ple d'aire reste en el sostre (però sense enganxar-lo)?

L'objectiu fonamental d'aquest capítol és que el professorat en formació es qüestione què ocorre hui en dia en l'ensenyament de les ciències per a que els aspectes axiològics de l'aprenentatge s'hagen constituït en una línia important d'investigació i innovació educatives. En primer lloc, veurem com l'evolució de la imatge de la ciència obliga a replantejar les finalitats de l'ensenyament de les ciències. En segon lloc, intentarem aclarir què hem d'entendre per continguts actitudinals i mostrar que l'ensenyament de les ciències també hauria de tenir en compte el greu problema de les actituds negatives dels estudiants cap a les ciències i l'aprenentatge d'aquestes. Seguidament, ens centrarem en les relacions ciència-tecnologia-societat i medi ambient (CTSA) com un dels factors que pot generar actituds positives en donar una imatge més contextualitzada de la ciència. A continuació, presentarem propostes alternatives per al canvi axiològic i la formació de ciutadans. Finalment, aplicarem tot el que hem vist anteriorment respecte dels continguts actitudinals de les ciències. D'acord amb tot açò, desenvoluparem el tema al voltant del següent fil conductor:

1. Finalitats de l'ensenyament de les ciències
2. Emocions, actituds i valors
3. Motivacions
4. Actituds negatives cap a la ciència i cap a l'aprenentatge d'aquesta. El canvi actitudinal
5. Les relacions CTSA: instrument de canvi actitudinal i contextualització.
6. Altres propostes per al canvi axiològic i la formació de ciutadans
 - 6.1. Història de les ciències
 - 6.2. Problemes sociocientífics i pensament crític
 - 6.3. Aspectes ètics de la ciència

1. FINALITATS DE L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES.

A.1 *Quines han sigut i quines haurien de ser les finalitats bàsiques en l'ensenyament de les ciències?*

Des de fa dècades, els currículums s'han centrat en l'adquisició de coneixements científics amb la finalitat de familiaritzar els estudiants amb les teories, els conceptes i, en menor mesura, els procediments científics. Des de la dècada del 1980, aquestes tendències han canviat i s'inclouen en el currículum aspectes que orienten socialment l'ensenyament de les ciències i tracten de relacionar-les amb l'estudiant. Per tant, és important debatre:

- **l'alfabetització científica i tecnològica** com una de les finalitats bàsiques plantejades en moltes de les reformes curriculars que tenen lloc en nombrosos països

- mostrar treballs amb els resultats que indiquen que el professorat en general orienta l'ensenyament per a preparar els estudiants per a cursos superiors, per a la formació de futurs científics, sense tenir en compte que es tracta de **formar bàsicament a totes les persones**, científics i no científics, de manera que la gran majoria de la població dispose dels coneixements necessaris per a arreglar-se-les en la vida diària, ajudar a resoldre problemes i adquirir actituds responsables front al desenvolupament i les seues conseqüències.
- **Generar ciutadans conscienciats**, capaços d'actuar amb honestat, coherència i respecte a les persones i al medi amb el que viuen.

La LOGSE expressava les finalitat d'aquesta etapa en els termes següents: “Transmetre a tots els alumnes els elements bàsics de la cultura, formar-los per a assumir els deures i exercir els drets i preparar-los per a la incorporació a la vida activa o per a accedir a la formació professional específica de grau mitjà o al batxillerat”. Altre aspecte a comentar seria el que quedarà d'aquestes intencions després de l'aplicació de la llei Wert.

L'ensenyament que s'ofereix habitualment a les aules, dona importància als aspectes que acabem de comentar? Ofereix valors cívics, cultura científica, educació sostenible,...?

El professorat, quan entra a l'aula, imparteix uns coneixements que no es limiten als continguts, hi ha altres. Per exemple, generalment és molt difícil donar tot el temari d'un curs, per tant, s'ha d'escollir què es dona i què no, a quins temes es dona més o menys importància,.. El comportament personal, la forma d'ensenyar, la coherència entre el que diu i el que fa,... també són aspectes educatius que ofereix el professor i, per tant, ha de ser conscient que està oferint-los.

Es denomina *currículum ocult* a aquelles coses que s'ensenyen sense fer-ho d'una manera explícita. També es dóna una determinada imatge de la ciència quan no s'ensenyen determinats temes (Chamizo, 2001; Solbes, 1999 i 2002).

“He d'insistir que s'ensenyava tant amb el que s'ensenyava com amb allò que no s'ensenyava; moltes vegades, allò que no s'ensenyava és, justament, el més vital...”. (Bohoslavsky, 1975)

En l'ensenyament de la història, per exemple, podem veure un cas molt evident d'aquest fet. En un primer moment, la història que s'ensenyava era una cronologia de reis, papes i guerres. En el romanticisme, passà a ser la història de les nacions amb Estat, és a dir, en tots dos casos, una història política. Posteriorment, açò canvià i s'hi van incloure aspectes econòmics, culturals...

A.2 *Què és el que s'ensenyava explícitament en ciències i què és el que no s'ensenyava o el què s'ensenyava implícitament? En altres paraules, quin és el currículum ocult de les ciències?*

Més enllà del contingut conceptual, procedimental i fins i tot axiològic, que s'ensenyava als centres educatius, hi ha tot un conjunt de conceptes, procediments i valors que no s'inclouen en les

declaracions d'objectius dels professors, però que implícitament i de forma efectiva es transmet a l'escola: el currículum ocult.

En aquest sentit, la selecció dels temes que es decideix no explicar (és a dir, temes que no s'inclouen en el currículum) pren importància perquè determina (o condiciona, si es vol), almenys en part, la imatge que s'inculca als alumnes de la disciplina objecte d'estudi.

- Com s'ensenyen les ciències, de forma memorística o a partir d'un ensenyament cooperatiu, seguint un **raonament científic**?
- Mostra admiració pels **descobriments científics actuals**, els anomena, els té en compte?
- Dona importància a la **marginació de la dona** en la ciència i, malauradament, també en la societat?
- A més a més, el currículum ocult reforça tot un seguit de **normes** que preserven l'estatus hegemònic de la ideologia o el paradigma establert i que els alumnes interioritzen sense cap tipus d'elaboració o crítica prèvia.
- La consideració de les **societats com a receptores de valors**, institucions i coneixements, i no com creadores d'aquests elements (en particular en la ciència, aquesta imatge de participació passiva de les societats en l'evolució de la ciència es plasma en la descontextualització dels descobriments científics i en l'adjudicació exclusiva del reconeixement a les celebritats que han fet alguna de les contribucions importants i s'obvia el procés real que ha conduït, generalment, a un **grup** a la consecució d'algun objectiu rellevant
- La preparació d'un científic se centra, en la majoria d'ocasions, en reelaborar resultats la certesa dels quals és coneguda a priori. Aquest enfocament pot **eliminar** qualsevol mostra **d'originalitat** per part de l'estudiant i fomentar-hi una actitud dogmàtica enfront dels enuncis científics. Així, queda exclòs de l'ensenyament el pensament personal, la reflexió, l'extracció de conclusions. Com diu K. Popper (1975), al científic se l'ha ensenyat malament. Se l'ha ensenyat dins d'un esperit dogmàtic, ha sigut víctima d'adoctrinament. Ha après una tècnica que pot aplicar-se sense preguntar per què.
- El formalisme amb que s'expressen els enuncis científics i l'absència del treball experimental origina una opinió de la ciència com una **activitat** massa **complexa** i reservada només a les elits i als experts, que són els únics capaços d'entendre-la i, per tant, d'opinar-ne i decidir.
- La separació de teoria i pràctica transmet una imatge de la ciència allunyada de la realitat més propera a l'alumne. Aquest fet propicia que l'alumne no entengui ni vegi justificat l'estudi d'un determinat tema (o assignatura en global) i generi una predisposició negativa cap a la ciència en si mateixa. A tall d'exemple, tots hem après teoria de circuits a l'institut, però molt pocs deuen haver entès com funcionen els circuits elèctrics que permeten tenir il·luminació a casa.
- El formalisme, un dels elements més representatius de ciències com la física o la química. Tot i que és una manera sintètica d'expressar els enuncis científics, requereix una base de coneixements prèvia, de matemàtica, de la qual no es disposa en moltes ocasions. Això, juntament amb l'absència del treball experimental (tan necessari com el formalisme, però que presenta l'avantatge de requerir una formació prèvia més accessible per a l'alumne), origina

una opinió de la ciència com una activitat massa complexa i reservada només a les elits i als experts, que són els únics capaços d'entendre-la i, per tant, d'opinar-ne i decidir.

- La **descontextualització**, és a dir, l'escissió entre allò que s'aprèn en ciència i la realitat que envolta a les persones. L'absència d'anàlisi en l'ensenyament d'aquelles qüestions en les quals la ciència pot tenir un paper decisiu i fer-hi contribucions vitals (superpoblació, contaminació, esgotament de recursos, desigualtats socials, etc.) provoca una exclusió de la ciència en la societat.

Ja hem vist que educar en ciències, o en qualsevol altra matèria, no és un procés neutre perquè suposa un intent de transmetre uns coneixements a més del valors i pautes socials predominants en la societat. Aquest procés educatiu està ple de contrastos, aparentment irreconciliables: l'educador ha de comprendre i, al mateix temps, exigir; respectar la llibertat dels estudiants i, alhora, guiar-los i corregir-los; ajudar-los a realitzar els treballs, però no fer-lo per ells ni evitar-los l'esforç formatiu i la satisfacció de realitzar les activitats per ells mateixa,...

Així doncs, la relació entre professors i alumnes és molt especial ja que, a més d'ensenyar i aprendre, es genera un vincle entre ells. Del tipus de vincle generat dependrà, en gran mesura, el tipus de formació rebuda. Si el professor tracta de modificar les coses per la força, sempre es mantindrà un vincle de dependència i sols serà possible el canvi mentre es mantinga la força "des de dalt". Pel contrari, si el professor es transforma en un orientador, potenciarà l'autonomia de les persones que estan treballant amb ell, intentarà que ixquen del seu radi d'influència (en la mesura d'allò possible) i es vinculen amb altres persones, és a dir, fomentará la consecució del canvi "des de dins".

En definitiva, estem parlant en convertir-nos en orientadors i generadors de canvis de pensament i de valors, motiu pel qual hem de pensar com aconseguir aquest canvi.

2. EMOCIONS, ACTITUDS I VALORS

Emocions

Al llarg de la història, la societat ha considerat la intel·ligència un valor fonamental de l'ésser humà. A finals del segle XIX la medicina tractà de determinar el seu valor a partir de mesures de la grandària del cervell. En biologia s'aplicaren mètodes estadístics per tractar de mostrar que el geni era hereditari. Ja en el segle XX, el pedagog i psicòleg francès A. Binet, considerà que no es podia valorar la intel·ligència a partir de mesures físiques, sinó a través de la realització de tasques que requeriren comprensió, capacitat aritmètica, etc. Així, junt al seu col·lega T. Simon, va dissenyar un test de predicció del rendiment escolar, amb la intenció de detectar als estudiants que necessitaven una atenció especial i així millorar la seua educació.

Malgrat que Binet no pretenia etiquetar, en la pràctica, psicòlegs anglosaxons utilitzaren el test per obtenir un índex, el quocient intel·lectual (QI), que ha estat utilitzat durant molts anys com una mesura numèrica de la intel·ligència i mesurava una única quantitat innata, en gran part fruit de l'herència i poc modificable per l'ambient familiar i escolar. Açò es posava de manifest objectivament perquè les persones de classe treballadora, de minories racials, immigrants, etc., obtenien els pitjors resultats en la mesura del QI, la qual cosa permetia explicar les desigualtats socials com una causa de les desigualtats d'intel·ligència.

A l'escola tradicional es considerava que un alumne era intel·ligent quan dominava les llengües clàssiques, les matemàtiques o les ciències. Actualment, eixe pensament s'ha transformat en considerar intel·ligent el xiquet que obté una elevada puntuació en els test d'intel·ligència. Així, el quocient intel·lectual (QI) s'ha convertit en un referent i s'assumeix que hi ha una proporció directa entre el QI d'un alumne i el seu rendiment, de forma que els alumnes amb QI més elevats són els que se suposa que han d'aconseguir les millors qualificacions a l'escola.

Aquesta visió simplista ha entrat en crisi al segle XXI per dos motius:

- ✓ El primer és que la intel·ligència acadèmica no és suficient per aconseguir l'èxit professional. Els advocats o els metges de més prestigi, els professors més brillants o els gestors i empresaris de més èxit no són els més intel·ligents de les seues promocions. No són els adolescents que brillaven per unes notes magnífiques a l'institut o els que alçaven primer la mà quan el professor preguntava a classe. Tampoc són aquells adolescents que es quedaven sols al pati mentre la resta jugava a futbol o xarrava. Són els que cultivaren les relacions humanes i els que conegueren els mecanismes que mouen a les persones, els que s'interessaren més per les persones que per les coses i entengueren que la major riquesa que podem posseir és el capital humà.
- ✓ El segon motiu que ha motivat el canvi de mentalitat és que la intel·ligència no garanteix l'èxit en la vida quotidiana. No ens garanteix la felicitat, ni amb la parella ni amb els fills. El QI de les persones no contribueix a l'equilibri emocional ni a la salut mental. Són altres habilitats emocionals i socials les responsables de l'estabilitat emocional i mental, així com de l'ajust social i relacional.

Per què són tan importants les emocions en la vida quotidiana? La resposta no és fàcil, però permet posar en dubte l'ideal exclusiu de la persona intel·ligent i obri pas a altres ideals i models de persona. Per fer front aquesta crisi de pensament sorgeix el concepte d'intel·ligència emocional (IE) com una alternativa a la visió clàssica.

Al nostre país el model d'intel·ligència emocional més conegut és el de Daniel Goleman, segurament per motius de màrqueting i publicitat més que per la lògica de l'argumentació científica. En la literatura científica és més habitual el model d'habilitat de Mayer i Salovey, que defineix la IE com l'habilitat de les persones per atendre i percebre els sentiments de la forma apropiada i precisa, la capacitat per assimilar-los i comprendre'ls de forma adequada i la destresa per regular i modificar l'estat d'ànim personal o el de les altres persones.

Definim **l'educació emocional** com un procés educatiu continu i permanent que pretén potenciar el **desenvolupament emocional** com complement indispensable del **desenvolupament cognitiu**. Ambdós elements són essencials per al desenvolupament de la personalitat integral de la persona. És per això que s'han de desenvolupar coneixements i habilitats sobre les emocions per capacitar a l'individu per afrontar millor els reptes que li planteja el dia a dia amb la finalitat de millorar el benestar personal i social.

A.3 *¿En què consisteix una emoció? Per a què serveixen les emocions? Com influeixen?*

És un estat afectiu que experimentem, una reacció subjectiva al medi ambient, que ve acompanyada de canvis orgànics, fisiològics i endocrins, d'origen innat, influïts per l'experiència i el pensament.

Les emocions tenen una funció adaptativa de l'organisme a allò que ens rodeja. És un estat que sobrevé bruscament, de forma sobtada, en forma de crisis més o menys violentes i més o menys passatgeres.

En l'ésser humà, l'experiència d'una emoció determinada, generalment involucra a un conjunt de cognicions, actituds i creences sobre el món físic, que utilitzem per valorar una situació concreta i, per tant, influeixen en la forma en que eixa situació és percebuda.

Les emocions són estats afectius i, per tant, indiquen estats interns personals, motivacions, desitjos, necessitats i, fins i tot, objectius. Aquests estats interns poden manifestar-se a través de les activitats que realitza una persona i, per tant, a partir de les observacions i estudi de la conducta humana s'han obtingut resultats psicològics molt útils segons els quals, d'una emoció es pot inferir quina serà la conducta futura d'un individu.

No és sempre tan simple, ja que cada persona experimenta una emoció de forma particular, depenen de les seues experiències anteriors, aprenentatge, caràcter i la situació concreta a què s'enfronta o s'haja enfrontat.

D'altra banda, algunes de les reaccions fisiològiques i comportamentals que desencadenen les emocions són innates, mentre que altres es poden adquirir. El neuròleg portuguès Antonio Damasio afirma que l'explicació dels comportaments humans està en el funcionament del sistema nerviós, en resposta a les demandes de l'entorn i influenciat pel mateix. Així, qüestiona l'afirmació "pense, per tant, existisc" i subratlla el paper de les emocions, a les que denomina "marcadors emocionals", en l'aprenentatge i la memòria (L'error de Descartes, 2001). En conseqüència, l'ensenyament ha de prestar atenció a les emocions, en particular, les positives, ja que poden afavorir-lo o complicar-lo notablement.

A.4 *Quines són les emocions bàsiques de l'ésser humà? Tenen algun paper en l'aprenentatge i l'ensenyament?*

Darwin observà com els animals (especialment els primats), tenien un extens repertori d'emocions i que aquesta forma d'expressar-les tenia una funció social, ja que col·laboraven en la supervivència de l'espècie. Per tant, la seua funció és adaptativa. Quan Darwin va escriure *L'expressió de les emocions en homes i animals* (1872), suposà que les expressions facials humanes evidenciaven estats emocionals idèntics en tots els éssers humans.

Darwin va descriure 6 categories bàsiques d'emocions: por o temor, sorpresa, fàstic o repugnància, ira o ràbia, felicitat i tristesa.

Alguns animals comparteixen amb nosaltres les emocions bàsiques, que en els éssers humans es van fent més complexes gràcies al llenguatge perquè utilitzem símbols i signes.

En l'actualitat, s'ha ampliat el catàleg d'emocions, no totes codificades en els músculs facials i, així, es reconeixen com a tals diversió, menyspreu, vergonya, entusiasme, culpa, orgull, alleujament, satisfacció i rubor.

Actituds, valors i normes

Viure en societat exigeix respectar les normes de convivència que ens permeten construir un univers compartit amb les persones que ens envolten. Eixes normes es construeixen des d'una cultura compartida i varien d'uns llocs a altres depenent dels valors de cada comunitat.

Moltes de les normes morals que seguim en la vida quotidiana estan basades en valors, que tenen importància per nosaltres. Alguns filòsofs i pedagogs han analitzat el tema de les normes, l'ètica i l'educació en valors i ens diuen que les actituds que tenim responen a unes normes de conducta que decidim seguir i que estan guiades pels nostres valors.

A.5 *Què entenem per valors?*

El concepte de valor fa referència a qualitats que posseeixen alguns objectes o determinades accions, gràcies a les quals són considerades preferibles o més acordes amb els nostres principis morals. Així, un valor és una cosa que “val” per a nosaltres.

A.6 *¿Els valors són socials o individuals? ¿Són beneficiosos per a la societat? ¿Estan compartits i són els mateixos per a tots els grups humans?*

Els valors solen estar socialment compartits, malgrat que també poden ser individuals i una persona pot valorar positivament una cosa que per a les altres no té cap valor. Els valors morals són els que determinen les normes de conducta que indiquen com ens hem de comportar front a diferents situacions.

Ser solidari o egoista, defensar la igualtat o discriminar altres persones, ser tolerant o intolerant, respectar als altres,... pot determinar les normes de conducta que seguim en situacions socials.

Per això, la conducta moral depèn dels valors dels que partim, de forma que valors i normes estan relacionats de forma molt estreta.

La societat tracta d'implantar en les persones valors comuns i el fet de compartir-los és beneficiós per a la convivència del grup. Per això, els valors no només determinen les normes morals que regeixen el nostre comportament, sinó les normes jurídiques que predominen en una societat també estan influïdes pels valors dominants en eixa cultura.

Per aquest motiu, diferents grups socials poden diferir en els seus valors i en diferents societats o diferents cultures les normes poden ser molt diferents.

A.7 *Què entenem per actitud? Com la distingiríem de les normes i els valors?*

- Les actituds són una predisposició favorable o desfavorable cap a alguna cosa. Així, les actituds pròpiament dites es refereixen a regles o patrons de conducta, disposicions a comportar-se d'una manera consistent
- El coneixement de les normes estaria constituït per les idees o creences sobre com cal comportar-se.
- I, finalment, els valors (dimensió afectiva) es referiran al grau en què s'han interioritzat els principis que regeixen el funcionament d'aquestes normes (Pozo i Gómez, 1998).

Actituds i valors són, possiblement, el contingut més difícil d'abordar per a molts professors, que estan acostumats i preparats per a ensenyar als alumnes els continguts conceptuals, però menys preparats i disposats per a ensenyar-los a comportar-se en classe, a cooperar o a descobrir l'interès per la ciència com a manera de conèixer el món que els rodeja. I no obstant això, les actituds dels alumnes, la seua manera de comportar-se a classe i fora d'ella, els seus valors, són un dels elements que més poden incomodar el professorat en el treball quotidià.

Les actituds són respostes cognitives i emocionals d'un subjecte davant d'una situació determinada. Una actitud es produeix a partir de les percepcions, la manipulació i la combinació de pensaments, sentiments i emocions. Tota actitud té tres components fonamentals: cognitiu, afectiu i conatiu.

- **L'element cognitiu o component intel·lectual** es refereix a la informació, el coneixement, l'opinió, la idea, la creença o el pensament que la persona té sobre algun objecte, persona o succés. Si tenim una actitud desfavorable cap alguna cosa també tindrem creences, per tant, s'afectarà l'aspecte emocional.

Per exemple, en el cas del tabac, el component cognitiu seria l'acceptació de les proves científiques que mostren que el consum del tabac genera malalties, tot i que, malgrat acceptar-les, algunes persones no abandonen el consum.

- **El component afectiu o emocional**, es refereix als sentiments cap a l'objecte de l'actitud i implica sempre una valoració. És un sentiment a favor o en contra, de agrado o desagrado, d'acostament o evitació de l'objecte que genera l'actitud.
Seguint amb l'exemple anterior, tindre un cigarro en les mans ens recorda moments agradables, uns amics, una copa,...
- **El factor conatiu o de comportament** representa la tendència a l'acció, que es pot plasmar per accions o declaració d'intencions, tot i que també amb freqüència es queda en un "intent de", en un "conat" de realitzar una acció.

En conseqüència, hem de tindre cura de construir actituds negatives perquè influeixen sobre les emocions, generant comportaments determinats per les mateixes, que no només afecten la situació concreta d'un moment determinat, sinó que poden esdevenir en creences que s'arrosseguen al llarg de tota l'escolarització.

A.8 *Actualment, al nostre país s'han posat de moda sèries on els protagonistes no entenen el món que els envolta, no saben com actuar en les situacions més elementals i donen explicacions absurdes a situacions comunes. Alguns exemples en serien: "Aquí no hay quien viva", "Aida", "Luismi"... Quin efecte poden tenir en persones que encara no estan formades i, per tant, encara no han desenvolupat els seus valors?*

A.9 *Al principi del curs comentàrem que l'estudi de les ciències generava unes emocions determinades en els estudiants. ¿Recordeu quines eren? Quines actituds generaven aquestes emocions?*

A.10 *Quines actituds relacionades amb les ciències hem d'intentar desenvolupar?*

- *actituds cap a l'aprenentatge de la ciència:* es tracta que l'alumne s'interesse per la ciència, que estiga motivat per a aprendre-la, que es crega capaç de comprendre-la i aprovar-la, etc.)
- *actituds cap a la ciència:* la curiositat i l'esperit d'indagació, el rigor i la precisió, l'escepticisme i l'esperit crític, etc.
- *actituds cap a les implicacions socials de la ciència:* actitud crítica davant els problemes que planteja el desenvolupament de la ciència, la defensa del medi ambient, hàbits de conducta i consum, coneixement de la relacions CTSA, etc.

El problema de les actituds negatives de l'alumnat difícilment canviaran si no hi ha un propòsit educatiu, deliberat i intencional per a canviar-les. Aquests propòsits i intents per millorar les actituds s'anomenen motivacions.

3. MOTIVACIONS

A.11 *Definiu què enteneu per motivació i enumereu les motivacions que coneixeu.*

Les motivacions són ferramentes que tenim al nostre abast per tal de canviar determinades actituds de l'alumnat que no afavoreixen l'ensenyament.

Els alumnes mostren unes determinades actituds que, sovint, no són les adequades per aconseguir un bon aprenentatge en general i de la ciència en particular. Aleshores, ens hem de plantejar de quina manera podem fer que l'alumnat canvie d'actitud. Ací és quan entren en joc les motivacions.

La motivació es defineix com l'acció de predisposar a les persones cap a un comportament determinat. En el nostre cas, es tractaria de predisposar a l'alumnat cap a l'aprenentatge. Ja que tot aprenentatge exigeix un esforç, amb la motivació aconseguim que els alumnes dirigisquen els esforços a aprendre i resoldre allò que els plantejem. D'aquesta manera, podem dir que la motivació està constituïda pels elements que fan que **l'alumne ixi de la indiferència i intente aconseguir l'objectiu previst**. Llavors, això ens porta a una clara afirmació: tota educació, perquè es realitze íntegrament, ha de ser motivada.

Una gran part del professorat no motiva convenientment l'alumnat o les motivacions no són consistents amb els interessos de l'alumnat, ja que, per a aconseguir que els alumnes aprenguen no n'hi ha prou d'explicar bé la matèria i exigir-los que l'estudien, sinó que **cal despertar-ne l'atenció, cal crear-hi un autèntic interès per l'estudi i estimular-ne el desig d'aconseguir els resultats previstos**. D'aquesta manera, un alumne estarà motivat quan senta la necessitat d'aprendre el que es tracta, de manera que aquesta necessitat el porte a esforçar-se.

Les motivacions poden ser intrínseques i extrínseques:

La motivació intrínseca naix del propi subjecte, que pot sentir-se auto realitzat quan assoleix un propòsit determinat. Es produeix quan la satisfacció de portar a terme una acció és la que ens mou a fer-la, sense necessitat de rebre cap reforç de l'exterior. Això s'observa, per exemple, quan estudiem per què ens agrada estudiar, ens agrada aprendre, ens agrada fer les coses bé. Els alumnes intrínsecament motivats prenen l'aprenentatge com una finalitat per ell mateix i troben els incentius per a aprendre'ls en la pròpia tasca, motiu pel qual persegueixen resoldre-la i tendeixen a atribuir els èxits a causes internes.

Són motivacions intrínseques:

Curiositat: Despertar curiositat, no solament respecte dels conceptes de la matèria, sinó també pels procediments que s'utilitzen o les aplicacions posteriors d'allò tractat.

El professor podrà "encuriosir" els alumnes mostrant la ciència propera a ells, útil en la vida quotidiana, divertida... Així, una bona manera d'aconseguir-ho seria introduint en el temari

relacions CTS, història de la ciència, activitats extraescolars... D'aquesta manera, els alumnes tindran un panorama de la ciència més enllà d'unes fórmules i uns principis en una pissarra, podran veure una ciència propera, interessant, pràctica... de manera que puguin trobar quelcom que els desperte la curiositat i així començar a mostrar una actitud positiva a classe de ciències.

Professor: La seua personalitat (presència física, veu, entusiasme, dinamisme, fermesa, seguretat, coherència entre paraules i actes) i els missatges que dona a l'alumnat: les orientacions d'abans i durant la tasca, comentaris sobre els resultats obtinguts....

Si el professorat està desanimat, desganat i desil·lusionat amb el seu treball, contagiarà tot el procés educatiu: les classes seran grises, sense alegria, el que ofereisca tindrà poc de sentit i significat, i tot això influirà directament en l'interès de l'alumnat. És fonamental creure's el que u fa i presentar-ho o transmetre-ho amb entusiasme, perquè l'alumnat s'impregne d'aquesta motivació”.

Relacionades amb la matèria. Aquests factors estan relacionats amb el dia a dia a l'aula, així, incloem dins d'aquest grup de motivacions:

- la manera de presentar i estructurar la tasca, de manera que s'active l'interès de l'alumne pel contingut del tema que cal tractar i es mostre la seua rellevància
- la manera d'organitzar l'activitat en el context de la classe, de manera que es tinga en compte el fet de treballar en grups (i tenir-ho en compte en l'avaluació) i que s'oferisquen diferents opcions de treball (per exemple, proposar treballs diferents per a elegir-ne un)
- l'avaluació, fins al punt que aquesta organització demostre que les correccions són una oportunitat per a aprendre, amb la qual cosa s'eviten les comparacions amb altres i s'accentuen les comparacions amb u mateix.

La motivació extrínseca prové de fets, objectes o esdeveniments externs al subjecte que l'impel·leixen a realitzar alguna cosa. Els alumnes **motivats extrínsecament** assumeixen l'aprenentatge com un mitjà per a assolir beneficis o evitar incomoditats. Per això, centren la importància del mateix en els resultats i les conseqüències d'aquests.

Entre les fonts de motivació extrínseques podríem parlar de:

Les notes: Una de les motivacions més poderoses és la consciència d'èxit per part de l'alumne. Cap cosa desanima tant com el fracàs continuat (fins i tot en activitats lúdiques com el tenis o l'esquí). Els resultats, tant positius com negatius, afecten l'alumnat. El reconeixement del treball realitzar és percebut com un èxit i l'esperança d'obtenir més èxit estimula a reiterar el comportament ja fet. Per això:

- S'han de manar tasques i exigir continguts en els quals el professor sap que, amb l'esforç necessari, no fracassarà: perquè l'èxit incentiva més que el fracàs.

- A més, les activitats han de graduar-se de manera que, a partir de les més fàcils, l'alumne obtinga èxits successius. El grau de dificultat de la tasca ha de ser l'adequat, i ha d'afavorir el pas següent dels alumnes, ja que si l'exigència és poca perquè la tasca és percebuda com a molt fàcil, els alumnes (sobretot els més brillants) perden l'interès; però si la dificultat és excessiva, els alumnes (la majoria) perden també l'interès. Per això, la motivació consisteix a estimular l'esforç, a establir una dificultat raonable i a incrementar a poc a poc aquesta dificultat a mesura que els alumnes perden la por del fracàs.

La família: L'entorn familiar de l'alumnat també en condicionarà l'actitud, no ja només cap a les assignatures de ciències, sinó envers qualsevol aprenentatge. En el cas que l'actitud de l'alumnat no siga l'adequada en classe, la família en motivarà des de casa el canvi actitudinal, ja siga amb premis o amb càstigs (una motivació extrínseca ben coneguda i primitiva). Amb tot, cal tenir clar que tot i que el retret té un efecte més motivador que la lloança en espais curts de temps, també s'oblida més ràpidament.. Així, considerem prioritària una comunicació fluïda entre la família i l'institut i, més encara, el suport d'uns cap a l'altre

Amics/companys: Aquests, de la mateixa manera que l'aspecte anterior, poden influir en l'alumne tant positivament com negativament. Actualment la psicologia i la sociologia han mostrat que el grup d'iguals té una influència decisiva. Tradicionalment, sempre hem considerat que el principal element influent en l'aprenentatge era la relació professor-alumne, però la teoria de Vygotski (1989) va canviar, entre altres coses, el concepte que es tenia de la interacció entre iguals. Quan un alumne té dificultats per a resoldre alguna tasca per si mateix, els companys són els mediadors més propers i efectius que pot trobar, ja que el tipus de llenguatge que empren és el mateix i el grau de confiança i sinceritat és major que amb el professor. Per tant, quan fem que els alumnes treballen en equips, per grups, per parelles, afavorim una didàctica entre iguals de gran valor educatiu.

Els mitjans de comunicació: Es tracta d'una motivació relativament nova, donat l'increment de temps que els alumnes passen sotmesos als mitjans de comunicació, sobretot Internet i televisió (considereu com a exemple que la mitjana d'hores de televisió al dia dels europeus és de 4 hores/dia). Estudis recents han deixat patent que el nombre d'hores d'ús de televisió és inversament proporcional al rendiment de l'alumnat

Qualsevol conducta, valor o actitud que es proclamen des d'aquests mitjans seran, probablement, copiades o, almenys, apreses per l'alumnat. A més, el temps que passen davant de l'ordinador o la televisió no l'empren —la majoria de vegades— per a estudiar matèries escolars, de manera que trobem que estudien menys temps

L'anàlisi del dos tipus de motivacions ens permet suposar que l'educació que empra el sistema de premis i càstigs està reforçant les motivacions extrínseques de forma que, a la llarga, genera una tendència a valorar les coses materials i, com a conseqüència, a donar un valor rellevant a la satisfacció dels sentits. A més, no afavoreix l'autoregulació i l'assumpció de les responsabilitats.

En definitiva, el professor té a les seues mans generar motivacions extrínseques, actuant com un director o cap que castiga i premia als que segueixen les seues instruccions, o bé convertir-se en un líder que provoqe l'interès pel treball responsable.

A.12 *¿Hi ha prou amb paraules per a produir l'aprenentatge d'actituds o el canvi d'aquestes en l'ensenyament de les ciències? Quines poden ser les millors estratègies per a produir-lo?*

Les actituds no són innates, sinó que s'aprenen, i no es generen en el buit, sinó que necessiten un contingut conceptual per formar-se. Així doncs, si l'adquisició de conceptes requereix una determinada actitud, i, d'altra banda, el desenvolupament d'una actitud requereix una base conceptual en la qual basar-se, hem de concloure que ambdós processos han de tenir lloc simultàniament (Gavidia, 2005).

El mecanisme més simple per al control de la conducta són els reforços positius i negatius (premis i càstigs), però la motivació extrínseca és un sistema limitat per a aconseguir canvis estables i duradors. Ha d'acompanyar-se d'altres mecanismes específics d'aprenentatge social. Un dels més importants és l'aprenentatge per imitació d'un model (Bandura, 1987). Aquest modelatge o aprenentatge per imitació sol ser un procés d'aprenentatge més implícit que explícit. Per açò, és important que els professors facen explícites no solament les actituds que volen en l'alumnat sinó també les que ells manifesten a través de les pròpies conductes.

El modelatge requereix la identificació amb el model o la conformitat d'aquest amb el medi social. En aquest cas, es produeix l'acceptació de la norma, la conformitat amb aquesta, la conversió o conversió de la norma en valor i la relativització de la norma. Sorgeix així el medi com un factor important en les conductes de les persones, canviar el medi (amb una escola més sostenible, participativa, saludable, etc.) contribueix a canviar les actituds.

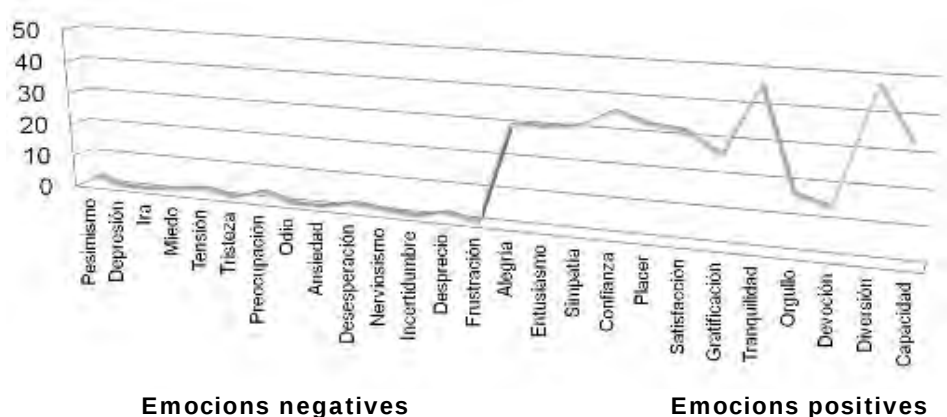
Finalment, de la mateixa manera que succeeix en altres àmbits de l'aprenentatge de les ciències, pot parlar-se ací que els alumnes tenen actituds prèvies i valors ja establerts que per a aconseguir les metes, l'educació científica ha d'aconseguir canviar d'alguna manera. El canvi actitudinal implica posar en marxa processos d'aprenentatge en què no és suficient la persuasió, mitjançant discursos ètics, sinó que requereix sobretot un exercici continuat o repetit de conductes que consoliden aquests valors en els alumnes. Encara que els models ajuden a promoure i consolidar actituds en els alumnes, els canvis en aquestes actituds semblen requerir situar l'alumnat en situacions de conflicte o dissonància sociocognitiva, en les quals les actituds i conductes habituals generen conflictes que requereixen una solució.

A.13 *Analitzeu el currículum de Coneixement del Medi Natural i assenyaleu els continguts axiològics que conté (naturalesa de la ciència i relacions CTS).*

4. ACTITUDS NEGATIVES CAP A LA CIÈNCIA I EL SEU APRENENTATGE. EL CANVI ACTITUDINAL

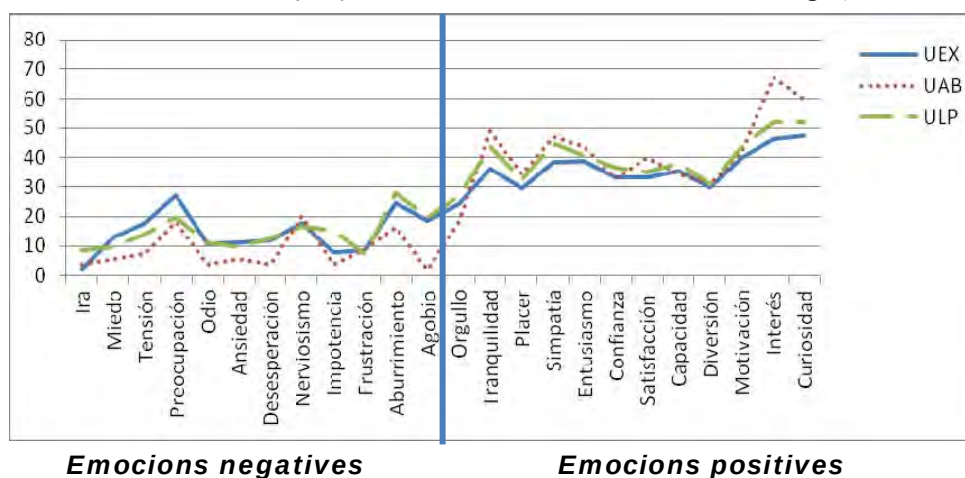
Els últims anys ha tingut una importància creixent en la investigació didàctica l'estudi de les actituds de l'alumnat cap a la ciència i l'aprenentatge d'aquesta. Aquesta importància es deriva, lògicament, del desinterès de l'alumnat cap a la ciència i l'ensenyament d'aquesta, tema preocupant i de gran rellevància actualment. L'intent de cercar solucions ha originat el sorgiment de nombroses línies d'investigació en el camp de la didàctica de les ciències que, des dels diversos aspectes de l'ensenyament i l'aprenentatge, intentaven pal·liar el problema (Solbes, 2009). Açò ha permès plantejar tota una sèrie de qüestions que condicionen el treball de l'aula.

A.14 La gràfica següent mostra els resultats d'un estudi realitzat amb estudiants del grau de Mestre. Analitzeu-los i comenteu el seu significat.

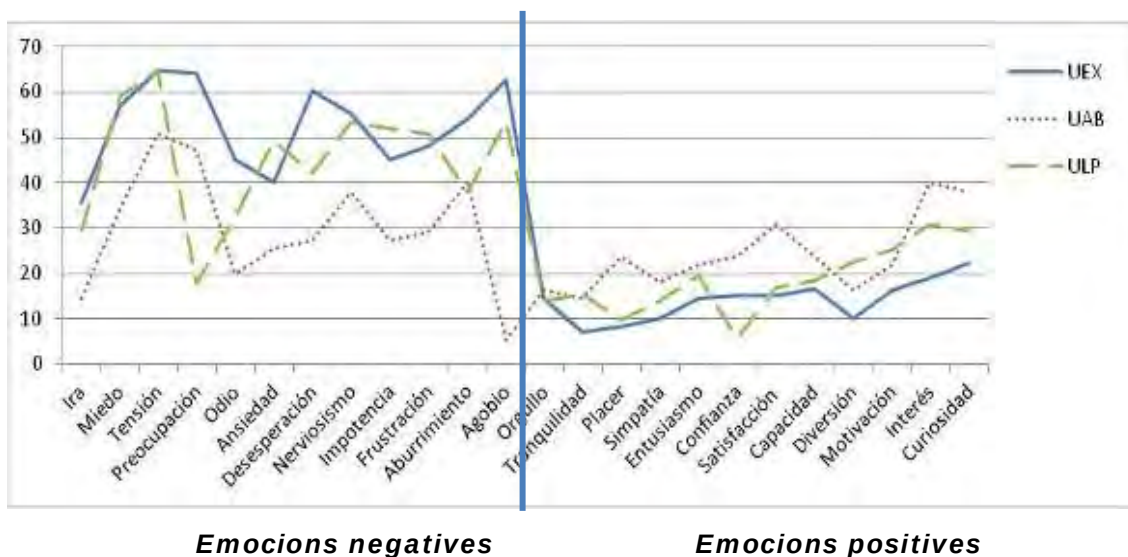


Gràfica 1: Record de les emocions com estudiants de Primària en el coneixement del medi natural. (Mostra: Professors de Primària en formació inicial). Font: Brígido, M. et al. (2009).

A.15 Els gràfics següents mostren els resultats d'un estudi realitzat amb estudiants del grau de Mestre de tres universitats espanyoles. Analitzeu-los i comenteu el seu significat.



Gràfica 2: Record de les emocions com estudiants de secundària sobre la Biologia i Geologia. Brígido et al., (2013)



Gràfica 3: Record de les emocions com estudiants de secundària sobre la Física i Química
Font: Brígido et al., (2013)

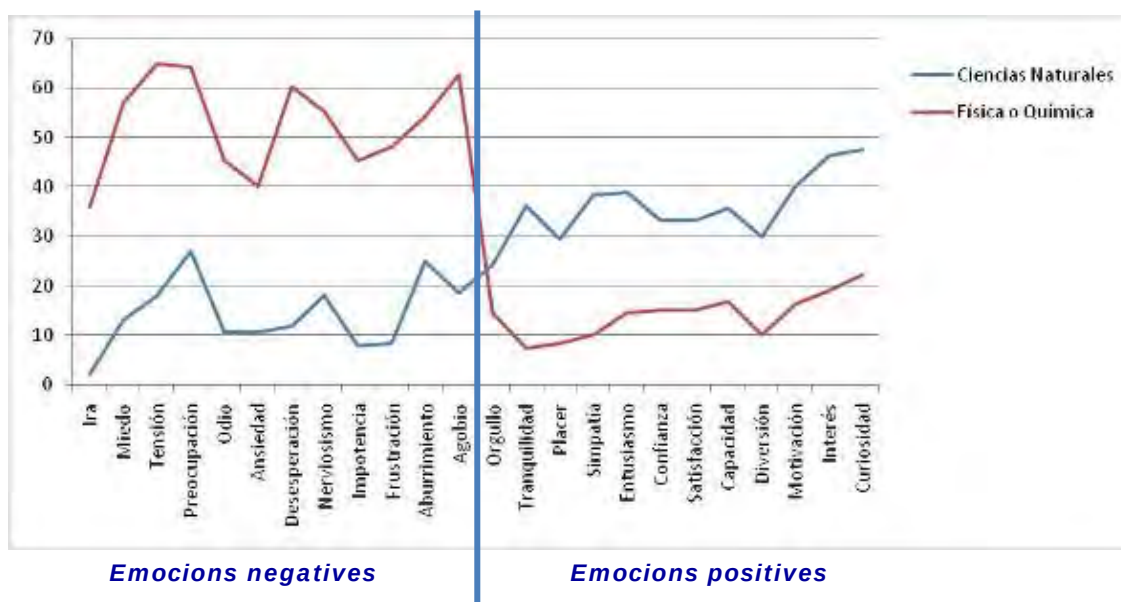
L'estudi de les gràfiques anteriors ens mostra que:

- En Primària predominen els sentiments positius, al temps que els negatius són mínims.
- En Secundària han augmentat els sentiments negatius en Biologia i Geologia, al temps que es mantenen els positius.
- La valoració de la matèria de Física i Química s'ha invertit completament en Secundària. Els sentiments negatius són majoritaris i s'han reduït a mínims les valoracions positives.

Les anteriors gràfiques ens ofereixen informació rellevant perquè ens fan patent l'existència d'una gran relació entre les emocions, l'aprenentatge i l'educació, una cosa que ja Aristòtil va apuntar, en afirmar que *educar la ment sense educar el cor, no és educar*.

També Darwin tingué en compte les emocions i en l'obra "L'expressió de les emocions en l'home i en els animals" (1872) afirmava que: *les emocions són una forma bàsica de regular la vida i la supervivència de la pròpia espècie*. Més actualment, Hargreaves (1998) afirmava que *les emocions estan al cor de l'ensenyament*.

Efectivament, resulta curiós comparar les gràfiques 2 i 3 de l'activitat anteriors pel resultat que ofereixen. Aprofitant que les gràfiques de les tres universitats són molt semblants, podem agafar sols una d'elles i representar sobre un mateix gràfic els records de les emocions sobre les Ciències Naturals i la Física i Química en una Universitat qualsevol, per exemple la d'Extremadura, com es mostra a la gràfica següent:



Gràfica 4: Record de les emocions com estudiants de secundària sobre les Ciències Naturals i la Física i Química, en mestres en formació de la UEX (2009-2010). Font: Brígido et al (2013)

El resultat és molt aclaridor: en l'assignatura de Ciències Naturals les emocions negatives estan presents, encara que les positives són superiors. Pel contrari, en l'assignatura de Física i Química són majoritàries les emocions negatives i molt superiors fins i tot a les emocions positives de Ciències Naturals.

A.16 Les anteriors investigacions no són les úniques en aquest camp. Són diverses les que han constatat que “com més anys de ciències cursen els nostres alumnes, menys els agraden”. Quines poden ser les causes d'aquestes actituds negatives de l'alumnat cap a l'aprenentatge de les ciències? Considereu que l'ensenyament pot tenir alguna responsabilitat sobre elles?

Les dades confirmen la disminució de l'interès de l'alumnat cap als estudis científics, especialment, cap a la física i la química i, en conseqüència, un abandonament de l'estudi d'aquestes.

Aquesta tendència s'està notant en gran quantitat de països, des d'Estats Units fins els components de la Unió Europea. En aquest sentit no cal incidir en la gran quantitat de llicenciats que estant emigrant en els darrers anys a causa de la crisi en Espanya, el que mostra que no hi ha en els països d'acollida.

En el cas espanyol, des del final de la dècada del 1990 s'observa una disminució de l'alumnat en les assignatures optatives de ciències l'últim curs de la secundària obligatòria. És especialment preocupant que, fins i tot alumnes que tenen intenció d'iniciar un batxillerat de Ciències de la naturalesa no escullen l'assignatura optativa corresponent de Ciències en 4t curs d'ESO. També

s'ha observat una reducció en el nombre d'alumnes que escullen el batxillerat científic i un augment, en conseqüència, dels que trien els batxillerats d'humanitats i ciències socials.

Al País Valencià, les dades de les PAU mostren que el nombre d'alumnes que es presenten a examen ha disminuït pràcticament a la meitat en el cas de la Física i la química i en una quarta part en el cas de la Biologia. Si es realitza un estudi per sexes, pot observar-se que també ha disminuït considerablement el nombre d'alumnes que trien Matemàtiques i Física (Solbes i altres, 2007).

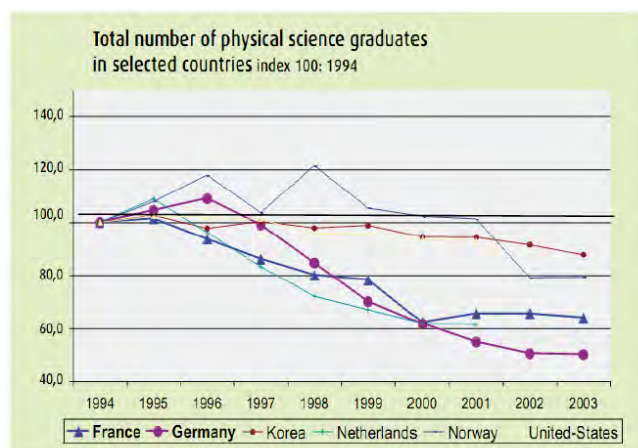
Causes de la imatge negativa:

1. L'ensenyament no té en compte un tractament més qualitatiu i experimental, les relacions CTSA i la història de les ciències
2. Els llibres de text donen poca atenció a les innovacions
3. Els exàmens avaluen els continguts més tradicionals i conceptuals.

A.17 Analitzeu la següent notícia del periòdic. A quines conclusions es pot arribar?



A.18 Recentment, l'Informe Rocard alerta sobre el fet que disminueixen els joves europeus que estudien ciències i el "perill cabdal per al futur d'Europa" que açò suposa. Analitzeu la següent gràfica, extreta de l'informe Rocard i expliqueu a quin perill fa referència l'esmentat informe.



5. LES RELACIONS CTSA I L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES

Quan es pregunta, tant al professorat com a l'alumnat, quina pensen que pot ser la causa de les actituds negatives i el desinterès cap a les ciències i l'estudi d'aquestes, una resposta molt generalitzada és, com ja hem vist, la desconexió entre la ciència que s'ensenya i l'entorn, és a dir l'absència de les interaccions CTSA (Solbes i Vilches, 1989). Així doncs, ens centrarem en el que signifiquen aquestes interaccions i la seua importància per a la consecució de les noves finalitats de l'educació científica.

A.19 *Busqueu, en un llibre de text de Coneixement del Medi, una activitat que tinga a veure amb les interaccions CTSA . Analitzeu la forma en què està presentada.
A l'Annex I s'ofereixen dues a mena d'exemple.*

En general, podem parlar de millores que s'han abastat i també alguns aspectes que s'ha de tractar de millorar:

- Millores que han portat les darreres reformes respecte de les relacions CTSA en els llibres de text: els relatius a les aplicacions de la ciència i les seues relacions amb el medi ambient
- Aspectes importants que encara han de millorar: la presa de decisions, les valoracions crítiques, la contextualització social de la ciència i la tecnologia,

A.20 *Proposeu una activitat d'interacció CTSA que considereu interessant incloure en un currículum de ciències. Relacioneu-la amb el contingut, de forma que hi quede ben contextualitzada.*

Podem parlar d'energies alternatives, històries humanes de personatges científics, la dona en la ciència,...

Un exemple que es podria desenvolupar és el del cas dels terratrèmols a la costa de Castelló a conseqüència de la planta de gas Castor. Els alumnes, organitzats en grups, pensen activitats que es podrien realitzar, com per exemple les següents:

Contextualització: La Terra, plaques tectòniques, sismes...

Exposar la notícia: Vídeo, Internet, experiències diverses,...

Impacte de l'activitat humana en la societat i el medi ambient

Extreure conseqüències i conclusions: prevenció de riscos, edificacions en llocs de risc,...

A continuació es pot realitzar un debat, formant prèviament tres grups, que representaran els damnificats, els científics i els representants dels empresaris. Es deixen 10 minuts per preparar-lo i uns 15 per debatre entre els diferents grups.

Una vegada compresa la importància de contextualitzar socialment la ciència que s'ensenyà, de mostrar una imatge més completa de la ciència, que tinga en compte la seua utilitat, els aspectes socials, històrics, mediambientals, etc., és necessari conèixer què ocorre en realitat en les classes de ciències.

A.21 *Quines conseqüències té per a l'alumnat l'absència dels aspectes CTSA en les classes de ciències?*

Cal esperar, i així es mostra en els resultats d'alguns dels treballs ja citats, que els estudiants tinguen una visió de la ciència i la tecnologia descontextualitzada, allunyada del món real, que no siguen capaços de relacionar-les amb la societat i l'entorn, de conèixer-ne la utilitat o els problemes que el desenvolupament d'aquestes genera o resol.

El problema és, que la inclusió de les ciències en el currículum escolar no sembla que haja servit en la majoria dels casos per a augmentar la formació cultural dels ciutadans ni per a millorar-ne les actituds cap a la ciència i l'aprenentatge.

A.22 *Com es podrien introduir les interaccions CTSA en les classes de ciències? Valoreu les diverses formes d'incorporació tot indicant avantatges i inconvenients.*

- Hi ha programes que incorporen temes o estudis CTS en un curs de ciències, *sense alterar el programa habitual* (Harvard Project Physics, SATIS, Ciència a través d'Europa), inclosos aquells projectes que desenvolupen les interaccions CTS al llarg de les unitats didàctiques, com a temes transversals, i impliquen tots els aspectes de l'aprenentatge, des de les activitats d'introducció de conceptes fins als treballs pràctics, la resolució de problemes i el procés d'avaluació mateix.
- En segon lloc, els que ensenyen ciència a través d'un enfocament CTS i desenvolupen després, quan sorgeixen, els continguts científics (PLON, NMEVO, APQUA, SALTERS).
- Finalment, els projectes denominats CTS purs, en els quals s'ensenyà CTS i el contingut científic té un paper subordinat (SISCON). Entre aquests es podrien incloure les denominades assignatures CTS, que tracten d'introduir els estudiants en els problemes socials, culturals, mediambientals i ètics relacionats amb la ciència i la tecnologia.

A.23 *Penseu com es pot fer la traducció d'aquestes activitats des d'una perspectiva investigadora, de manera que contribueixquen al canvi d'actituds dels estudiants.*

- Hi ha frases intercalades en el text, algunes remarcades mitjançant un quadre o amb algun símbol específic, que representen un discurs ètic sobre la necessitat de reduir i reciclar residus o sobre la contaminació de l'aigua per un petrolier. Però ja hem esmentat en el capítol anterior que amb discursos és difícil canviar actituds.

- Es poden plantejar com a activitats, sense donar la resposta i demanant-los propostes de solució. Per exemple, quins residus es generen en ta casa? Quins residus es generen en el teu poble o ciutat? En tots dos casos, què es pot fer amb aquests?, per a introduir l'alumnat en la cultura de les 3 R (reduir, reciclar i reutilitzar) i que les apliquen a casa, a l'escola, etc. Quant a la segona, l'any 2002 es va produir al nostre país l'enfonsament del petrolier *Prestige* a les costes gallegues: recordes quin impacte ambiental va causar? Si no recorden res, demaneu-los que cerquen informació sobre aquest tema en Internet.
- A títol d'exemple, es pot comentar ací una experiència d'activitat d'aprenentatge fora de l'aula, que relaciona molts dels aspectes tractats fins ací. Es tracta dels Tallers de cultura clàssica de Sagunt, *Ludi Saguntini*, que se celebren tots els anys durant una setmana, a Sagunt.

6. ALTRES PROPOSTES PER AL CANVI AXIOLÒGIC I LA FORMACIÓ DE CIUTADANS

Si tenim en compte el paper que la ciència i la tecnologia han tingut al llarg de la història en el canvi social, en el desenvolupament de les idees, en la modificació del medi, així com el seu caràcter d'instrument per a interpretar el món que ens rodeja i la història de la humanitat, l'ensenyament de la ciències amb un enfocament CTSA presenta característiques d'un potencial didàctic enorme. Hi ha moltes activitats CTSA que es poden realitzar (AADD, 1995; Solbes, 2002). Per això, seleccionarem a continuació alguns temes recents que la investigació en didàctica de les ciències considera prioritaris.

6.1. Història de les ciències

Un tema que cal tenir en compte és la importància de la utilització de la història de la ciència en l'ensenyament d'aquesta. Açò ha sigut destacat per diversos autors (AADD, 1996; Solbes i Traver, 1996).

A.24 Quin paper pot tenir la història de les ciències en l'ensenyament d'aquestes?

La investigació didàctica ha posat de manifest el caràcter motivador dels aspectes històrics (Izquierdo, 1994; Matthews, 1994; Solbes i Traver, 2001), en particular d'una història contextualitzada que mostre les relacions de la ciència amb la tecnologia i la societat. Es poden, extraure d'aquesta història els problemes significatius i posar l'alumnat en situació d'abordar-los, mostrar l'existència de grans crisis en el desenvolupament de les ciències, el caràcter hipotètic, temptatiu de la ciència i les limitacions de les teories, els problemes frontera i els que estan pendents de solució, etc.

Alguns exemples es varen veure en l'assignatura de Ciències per a Mestres de 2n, com les controvèrsies entre geocentrisme i heliocentrisme, o les suscidades per les teories de Darwin, Wegener, etc.

D'altra banda, la història externa permet veure la naturalesa col·lectiva i controvertida de la investigació científica, fruit del treball de moltes persones i basat, al mateix temps, en el treball de moltes altres. Així, es pretén evitar la idea d'una ciència feta bàsicament per genis, en la seua majoria homes, que ignora les contribucions de les dones científiques. Al mateix temps, es considera convenient presentar les aportacions a la ciència realitzades en països que no són grans potències científiques i els obstacles que s'han plantejat al desenvolupament de la ciència en aquests al llarg de la història (Solbes i Traver, 2003).

Donats els problemes esmentats abans de la falta d'interès de les xiques per les ciències físiques, exactes, enginyeries, etc., convé veure què pot aportar la història de la ciència a aquest tema. Una de les primeres constatacions que es fan en les investigacions de gènere és l'ocultació de les científiques en l'ensenyament de les ciències, per açò sembla prioritari realitzar les activitats següents (Solbes, 2002):

A.25 *Esmenteu dones científiques que conegueu. A posteriori, feu un recull de dones i elaboreu una breu biografia d'una d'elles tot seguint el model de l'annex I. Poseu-vos d'acord abans de portar-lo a terme per a que no es repetisca cap biografia.*

A.26 *Per què es coneixen tan poques dones científiques?*

El tema de les dones i la ciència ha sigut bastant investigat. Es constata en aquesta investigació que les xiquetes estan en inferioritat tant en els programes formals (els continguts ensenyats) com en els programes ocults (les aspiracions, expectatives i comportaments de professorat i alumnat, els continguts no ensenyats). Així, un ensenyament descontextualitzat, que no tinga en compte la contribució de la ciència a les necessitats humanes, o que no mostre el paper de les científiques, sembla que és menys interessant per a les xiques.

D'altra banda, hem de comentar que, si s'esmenten tan poques científiques en la història de les ciències, és perquè la incorporació de les dones a la ciència és un tema recent. La marginació científica de les dones des de l'antiguitat fins al segle XVIII no és més que un altre exemple de la marginació social d'aquestes. Però açò no vol dir que aquestes contribucions no existiren. Algunes van romandre amagades darrere del nom d'un científic masculí (germà, marit) amb qui col·laboraven. Podem recordar l'astrònoma Sophia Brahe o Marie-Anne Lavoisier, el cas d'Hipàtia d'Alexandria i tantes d'altres...

Si fins a mitjan segle no es va permetre les dones cursar estudis secundaris, lògicament no podien accedir a la universitat. Encara van haver d'esperar més temps perquè se'ls permetera obtenir una llicenciatura o un doctorat. En conseqüència, solament començaren a aparèixer científiques destacades els últims anys del segle XIX i el principi del XX.

No obstant açò, hem d'esmentar que quan es parla d'una aportació s'indica únicament el cognom, amb la qual cosa no se sap si l'autor és home o dona

Un altre exemple d'activitat històrica pot ser l'estudi de les ciències durant la història espanyola (Solbes, 2002):

A.27 *¿Coneixeu algun científic espanyol? Què penseu que succeeix amb la ciència espanyola?*

En la Il·lustració n'hi hagueren prou, de fet, Proust va treballar a Espanya durant el regnat de Carles III, però podem esmentar també els germans Elhuyar, Jordi Juan, Antoni Josep Cavanilles...

A.28 *A la vista de tot el que acabem de comentar, es pot sostenir la frase d'aquell ministre d'Educació que va afirmar que “les ciències són estudis propis de les gents del nord”?*

Evidentment, no sempre que la societat espanyola s'ha interessat i ha invertit en ciència (com va ocórrer durant el Renaixement, la Il·lustració o des de la Restauració a la II República) aquesta ha florit i ha aconseguit un nivell i un reconeixement internacionals. També és cert que els tres períodes es van veure truncats per les persecucions de científics desencadenades per motius polítics i/o religiosos. Aquestes persecucions, durant el regnat de Felip II, el de Ferran VII i la primera dècada del franquisme, produïren col·lapses de l'activitat científica espanyola, que costa molt de recuperar. Després de la Il·lustració i la Guerra del Francès, les causes de la desfeta de la ciència van ser un país econòmicament arruïnat i unes classes dirigents dividides entre els conservadors, que consideraven un error greu l'esforç d'uropeïtzació del segle XVIII i els liberals.

La veritat és que tot açò sembla haver generat una actitud d'escassa estima a la ciència al nostre país (Solbes, 2002). Bona prova n'és l'anterior frase del ministre o el conegut exabrupte d'Unamuno: “Què inventen ells!”. En les enquestes es comprova que els espanyols no estan gens familiaritzats amb la història de la ciència del nostre país i els escassos científics que coneixen són tots estrangers (excepte Ramón y Cajal). Sembla que aquesta escassa estima subsisteix al nostre país en l'actualitat, quan es comprova que és freqüent parlar de ciència i de cultura com si es tractara de coses diferents, i es pot presumir de ser culte sense posseir un coneixement suficient dels avanços científics i tecnològics, dels quals depèn la nostra vida quotidiana. És interessant al respecte pensar en la gran diferència de criteris amb què en les notícies de premsa es jutja la incultura científica respecte d'altres àmbits. Hi ha una gran preocupació per no incórrer en errors ortogràfics o de vocabulari, amb la qual, evidentment, estem d'acord.

6.2. Problemes sociocientífics i pensament crític

Un dels reptes de l'ensenyament obligatori és aconseguir un pensament crític a la població, que li permeti afrontar moltes de les qüestions energètiques, mediambientals, econòmiques o mèdiques a que s'enfronten les societats. L'educació CTS al tractar aquests temes facilita la

introducció d'idees i valors crítics, però no queda tan clar com ensenyar procediments o formes de pensament crítiques.

A.29 *Quins procediments s'utilitzen en pensar críticament?*

Yager (1993) relaciona el pensament crític amb la capacitat de fer eleccions racionals i judicis fonamentats respecte de les decisions que s'empren per resoldre problemes.

Jiménez-Aleixandre (2010) afirma que “és la capacitat de desenvolupar una opinió independent, adquirint la facultat de reflexionar sobre la societat i participar en ella”, assenyalant que té components d'argumentació, com la recerca i ús de proves o qüestionar l'autoritat, i emancipatoris, com l'opinió independent i l'anàlisi crític de discursos legitimadors.

Vieira et al (2010) mencionen les capacitats de qüestionar la validesa dels arguments, rebutjar conclusions no basades en raonaments vàlids, detectar tendències i errors de pensament i avaluar la credibilitat de fonts d'informació.

Smolin (2007) assenyala que el públic no ha de creure tot allò que senta i demanar proves. Açò significa estar informat sobre el tema, és a dir, no limitar-se al discurs dominant en els mitjans de comunicació, sinó conèixer postures alternatives ben argumentades i, per fer-ho, ser capaç d'analitzar les proves que sustenten les diferents postures, tenint en compte que aquestes proves poden ser interpretades en funció d'interessos. A continuació, valorar els distints arguments, tenint en compte els interessos subjacents. I, en conseqüència, prendre decisions pràctiques.

Des de la perspectiva d'aconseguir un pensament crític, es planteja tractar en classe problemes sociocientífics (Jiménez, 2010) de forma que l'alumnat siga capaç de realitzar avaluacions sobre diversos desenvolupaments científics i tecnològics, com la qüestió que proposem a continuació.

A.30 *El creixement de la microelectrònica i les telecomunicacions en les darreres dècades ha fet possible un gran desenvolupament del transport i la generació d'energia en el món.*

- a) Avalueu els impactes de tota classe que genera aquest desenvolupament.*
- b) Assenyaleu els grups implicats en l'esmentat desenvolupament i els seus interessos.*
- c) Mostreu les diverses valoracions i arguments d'aquests grups sobre els problemes d'aquest desenvolupament per tal d'arribar a decisions que intenten solucionar-los.*
- d) Què es pot fer per portar a la pràctica aquestes decisions?*

La realització de debats (c i d) afavoreix el desenvolupament de competències argumentatives i el pensament crític (Solbes et al, 2010). Una proposta molt interessant per a la realització del debat és que els estudiants assumeixen determinats rols (empresari de telefonia mòbil, d'antenes, científic, ecologista, alcalde, etc.).

Respecte d'aquesta pregunta cal tindre en compte no només l'avaluació d'impactes per a la salut i ambientals, sinó també l'avaluació dels socials, polítics, econòmics, culturals, etc., dels desenvolupaments científics i tecnològics. així com els interessos i valors subjacents en les opcions i decisions sobre ciència i tecnologia, ocults per l'aparent neutralitat de la ciència i tecnologia.

Un exemple molt educatiu de relacions CTS ens l'ofereix la fabricació i utilització del coltan. El principal productor de coltan és Austràlia amb el 10% de les reserves mundials, si bé n'existeixen reserves provades o en explotació al Brasil amb el 5% de les reserves, Tailàndia amb un altre 5% i a la regió dels Grans Llacs Africans (República Democràtica del Congo), aquesta última amb una estimació del 80% de les reserves mundials. Segons informes de la premsa internacionals, l'exportació de coltan ha ajudat a finançar diversos bàndols de la Segona Guerra del Congo, un conflicte amb un balanç aproximat d'uns 4 milions de morts. Actualment, Rwanda i Uganda estan exportant a Occident coltan robat del Congo, principalment cap als Estats Units, on s'utilitza gairebé exclusivament en la fabricació de condensadors electrolítics de tàntal.

El coltan s'utilitza principalment per a la producció de capacitors de tàntal, utilitzats en alguns dispositius electrònics, entre ells els dispositius mòbils. L'era digital ha fet que les qüestions relatives a les relacions de poder i la violència entre persones del Congo i la resta del món passen a ser més desiguals que abans. Un exemple de les relacions de poder desiguals va ser a finals de l'any 2000, quan hi va haver una gran demanda de Sony PlayStation 2. Aquesta demanda va fer augmentar molt en molt poc temps el preu del coltan i després va baixar molt quan ho va fer la venda de videoconsoles. L'augment dels preus del coltan incrementaren la violència a l'est del Congo, ja que la violència s'està dirigint tots els dies a la "producció social".

A.31 *Realitzeu una seqüència d'activitats d'història de la ciència que afavorisquen el pensament crític.*

6.3. Aspectes ètics de la ciència

També hi ha crides de diverses institucions, com la BSCS (Innovative Science Education) i l'AMA (American Medical Association) (1994) o d'autors de prestigi com Hodson (1994), que plantegen la necessitat d'ensenyar ètica i política pública en les classes de ciències per educar en valors associats amb les noves finalitats de formar futurs ciutadans (Solbes, 1999).

A.32 *Quins valors es transmeten en ensenyar ciències i quins caldria transmetre?*

Quan es parla de valors que es transmeten normalment en ensenyar ciències normalment es pensa en valors epistèmics (veracitat, racionalitat, objectivitat, rigor, precisió, etc.). Però hi ha altres valors d'aquest tipus tant o més importants que els anterior: curiositat, sorpresa, pensament crític, honestat intel·lectual (Levy-Montalcini, 2000; Sagan, 2000).

Els **valors** o normes **ètics** vigents en la comunitat científica van ser proposats per primera vegada per Robert K. Merton, el pare de la sociologia de la ciència en 1942, denominant-los CUDOS (a partir dels seus inicials). Són els següents:

- El Comunalisme: la ciència és coneixement públic lliure i a disposició de tots. Aquest concepte fou conflictiu durant el període de la guerra freda, ja que semblava remetre a la idea de comunisme, motiu pel qual Merton el va denominar així.
- L'Universalisme: Els descobriments s'han de valorar pels seus mèrits prescindint de la nacionalitat, raça, religió, sexe, edat o categoria científica dels qui els produeixen.
- El Desinterès: la ciència es conrea per la ciència, pel progrés del coneixement.
- L'Originalitat: La ciència és el descobriment d'allò que es desconeix.
- L'Escepticisme (*Scepticism*): El coneixement científic ha de sotmetre's a un examen crític a la recerca d'errors i contradiccions.

Valores estètics (emoció de la comprensió, bellesa de las teories)

Però, com assenyala Ziman (1986) aquests valors o normes ètics són tan respectats en la infracció com en el compliment. A continuació mostrem algunes formes d'incompliment:

- Al costat del Comunalisme, tenim predomini de la investigació secreta, les patents o altres reivindicacions jurídiques de " propietat " científica privada.
- En compte d'Universalisme, es discriminen les opinions de les persones que no pertanyen a la comunitat científica. A més, es parla de l'efecte Mateu (basant-se en un versicle del citat evangelista "A qui tinga se li donarà i a qui no tinga se li llevarà el poc que té") per a assenyalar que se sol concedir massa pes científic, és a dir, subvencions, publicacions, etc. als membres de l'elit científica.
- Front al desinterès, les disputes de prioritat revelen la competició intensa en la recerca de reconeixement i recompenses personals.
- Al Costat de l'originalitat es pot trobar el plagi científic, la concessió de poc de pes a les investigacions industrials i de desenvolupament tecnològic.
- Al costat de l'Escepticisme tenim fal·làcies que han passat desapercebudes molt de temps, i una educació dogmàtica que tanca els ulls als problemes d'el·l'ensenyament.

A.33 *Per grups de treball, busqueu informació dels següents científics. Especifiqueu quines foren les principals contribucions i en què conflictes amb els poders i concepcions establerts es van veure involucrats:*

- a) *Nicolas Copernico, Odón de Buen, Schrödinger, Paul Langevin, Lise Meitner, Linus Pauling, Vavilov, Gilles-Eric Seralini*
- b) *Giordano Bruno, Stanley Meyer, José Royo, Irene Joliot-Curie, Max Born, David Bohm, Cristian Velot, Leo Szilard*
- c) *Galileo, Dubinin, Rachel Carson, Robert Oppenheimer, Enrique Moles, James Hansen, Victor Weisskopf, Leopold Infeld*
- d) *Hypatia de Alejandria, Einstein, Blas Cabrera, Lev Landau, Frederic Joliot-Curie, Harold Urey, Clair Patterson, Andrés Carrasco.*

Per evitar qualsevol tipus d'adoctrinament, és prioritari fomentar el pensament crític, sense oblidar que els valors no sols es transmeten verbalment, sinó que depenen de la manera en què s'ensenya, de com es comporta el professor. Ara bé, com que el seu àmbit d'acció és limitat, cal mostrar exemples de responsabilitat social de científics i científiques, com:

- Einstein, Pauling, Marie Curie, Irene i Frederic Joliot, Born, Rotblat, Dorothy Crowfoot Hodgkin i tants altres, que van denunciar com l'ús de la ciència en la guerra posava en perill la pau mundial.
- Rachel Carson, Rowland i Molina, etc., que han posat de manifest les “veritats incòmodes” sobre diversos aspectes, com per exemple que el DDT és perjudicial o que els CFC destrueixen la capa d'ozó.
- També es poden presentar exemples d'altruisme, com el de Tim Berners Lee, que va crear les pàgines web i no les va patentar.

Per evitar falsejar la realitat, cal mostrar també “contraexemples” com el de Lysenko (creador del lamarckisme soviètic) o Lenard i Stark (pares de la física ària) o Haber (síntesi de l'amoníac i gasos utilitzats en la I Guerra Mundial), Teller (bomba d'Hidrogen dels EUA, guerra de les galàxies de Reagan, etc.), Kurchatov (bomba atòmica soviètica) i els científics alemanys que van tractar de desenvolupar la bomba, encapçalats per Heisenberg, que han donat motiu a obres literàries recomanables, com per exemple “*A la recerca de Klingsor*”, de Jorge Volpi, o Copenhaguen, de Michael Frayn. Finalment, també es poden comentar exemples d'ambivalència, com la d'alguns científics que participaren en el desenvolupament d'armes nuclears i després van treballar per la pau, com Sajarov (bomba d'Hidrogen soviètica).

Un exemple més recent el tenim en l'anunci publicat en la prestigiosa revista científica Science, pel científic sudcoreà Hwang Woo-suk sobre la clonació terapèutica humana. En febrer de 2004, l'equip del professor Hwang, de la Universitat Nacional de Seül va produir per primera vegada en la història cèl·lules mare d'embrions clonats humans. En Gener de 2006 la comissió de la Universitat Nacional de Seül, encarregada d'avaluar els experiments de Hwang dictaminà que aquest professor i el seu equip falsificaren les dades de les seues investigacions. La revista Science hagué de retractar-se dels estudis falsos, que havien obert una porta d'esperança a malalties que, fins ara, es consideren incurables.

Referències bibliogràfiques

- AADD (1995). La educación ciencia-tecnología-sociedad, *Alambique*, núm. 3.
- AADD (1996). Naturaleza e historia de la ciencia, *Alambique*, núm. 8.
- BRÍGIDO, M., CABALLERO, A., CONDE, C., MELLADO, V. i BERMEJO, M.L., (2009). Campo Abierto, 28(2), 153-177.
- BRÍGIDO, M., COUSO, D., GUTIÉRREZ, C. i MELLADO, V. (2013). Journal of Baltic Science Education, 12(3). 299-311.
- BSCS (Innovative Science Education) & AMA (American Medical Association) (1994). *Genoma Humano. Ciencia, Ética y Política Pública*, Valencia: Edicions Alfons el Magnànim.
- CHAMIZO, J. A. (2001). El currículum oculto en la enseñanza de la Química, *Educación Química*, 12 (4), 194-199.
- DOMÍNGUEZ-SALES, C. i GUIASOLA, J. (2010). “Diseño de visitas guiadas para manipular y pensar sobre la ciencia del mundo clásico grecolatino. El taller ‘Logos et Physis’ de Sagunto”, *Revista Eureka de Enseñanza y divulgación de la Ciencia*, núm. 7 (2), pàgs. 473-491, <<http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/9/5>>.
- <http://culturaclasica.net>
- HODSON, D. (1994). Seeking Directions for Change. The Personalisation and Politisation of Science Education, *Curriculum Studies*, 2 (1), 71-98.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M P (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, 22, pp. 97-109.
- SOLBES, J. (2002). *Les emprems de la ciència*, Alzira, Germania.
- SOLBES, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), pp. 190-212.
- SOLBES, J.; RUIZ, J. J. i FURIÓ, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química, *Alambique*, 63, pp. 65-76.
- SOLBES, J. i TRAVER, M. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química, *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), pp. 103-112.
- SOLBES, J. i VILCHES, A. (1989). Interacciones ciencia-técnica-sociedad: un instrumento de cambio actitudinal, *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 14-20.
- VILCHES, A., SOLBES, J. y GIL, D. (2004). ¿Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos?, *Alambique*, 41, pp. 89-99.



ANNEX I. EXEMPLES D'ACTIVITATS CTS.

(Tretes de PASTOR, A., RUÍZ, F. y HERNÁNDEZ, J. *Coneixement del medi. 5é curs de Primària, Projecte món per a tots*, Madrid: Ediciones SM.

EXEMPLE I. L'AIGUA

L'aigua: un recurs escàs

L'aigua ocupa la major part de la superfície terrestre. No obstant això, de cada 100 litres d'aigua, solament 3 són d'aigua dolça, fàcilment aprofitable. A més, una gran part d'eixa aigua dolça està en forma de gel o neu, i l'altra part és subterrània. Així que l'aigua potable disponible és escassa i es distribueix de forma desigual.

Algunes poblacions, principalment del Tercer Món, tenen dificultats per a aconseguir aigua potable. Per això és tan important estalviar aigua i evitar-ne la contaminació. No oblidis que és un recurs valuós i escàs.



EXEMPLE II. EL FEM

El fem: ¿l'obra humana més duradora?

Les futures generacions aprofitaran els nostres coneixements i invents per a progressar, però també els deixarem problemes seriosos, com el del fem. Una botella de plàstic pot durar milers d'anys, molt més que algunes obres de la humanitat. Per això hem de reduir i reciclar els nostres residus perquè no creen problemes als qui vinguen després de nosaltres, i entregar-los un planeta tan net, almenys, com l'hem rebut. Que ens recorden pels nostres progressos, no pel nostre fem.



El professorat amb experiència sap que, en ocasions, l'alumnat dona respostes “curioses” a determinades qüestions, que mostren no sols una manca d'informació, sinó més bé una mala interpretació de conceptes clau. L'estudi d'aquestes respostes donà lloc a una de les línies més importants en didàctica de les ciències, la de l'estudi de les anomenades concepcions alternatives de l'alumnat. La publicació d'alguns treballs en aquest camp va posar en qüestió l'efectivitat de l'ensenyament usual allí on els resultats d'aquest semblaven més positius: un gran percentatge d'estudiants no havien aconseguit comprendre els conceptes científics més bàsics, malgrat la insistència i repetició amb què havien sigut ensenyats. Per a conèixer millor aquests errors, les causes que els provoquen i algunes idees per a prevenir-los o combatre'ls, desenvoluparem aquest capítol amb el següent fil conductor:

1. Els inesperats conceptes alternatius.
2. Possibles causes dels conceptes alternatius.
3. Propostes alternatives per a la introducció dels conceptes científics.
4. Un pas endavant: Aprenentatge com a canvi conceptual, metodològic i axiològic.
5. Ensenyament-aprenentatge com a investigació i el programa d'activitats.
6. Els conceptes en l'ensenyament de les ciències de la natura en primària.

1. ELS INESPERATS CONCEPTES ALTERNATIUS

- A.1** *Analitzeu i responeu el qüestionari de l'annex I de forma individual.*
- A.2** *Una vegada complimentat el document anterior, organitzeu-vos en grups de treball de 4 o 5 persones, comenteu entre els companys del grup les respostes que heu donat i canvieu allò que considereu oportú.*
- A.3** *Exposició dels resultats obtinguts pels diferents grups i discussió dels mateixos.*

Les qüestions que acabem de plantejar ens permeten veure que les mateixes respostes errònies s'han repetit en moltes persones, que procedeixen d'escoles i instituts diferents, és a dir, que han tingut una formació diferent.

Aquestes respostes errònies no s'han produït per casualitat, sinó que representen un problema que ha d'estar molt present en la ment dels docents, perquè es tracta d'un fet que es repeteix contínuament en l'ensenyament. A més, resulta curiós que les respostes errònies han segut les mateixes en tots els casos, és a dir, que els alumnes cometien específicament uns determinats errors i no altres. Aquests errors s'anomenen **conceptes alternatius** i són coneguts des de fa molts anys. Així, Bachelard (1938) ja assenyalava que:

“Sovint m’ha sorprès el fet que els professors de ciències, més encara que els altres, no entenguen que no es compregui. No han reflexionat sobre el fet que els adolescents arriben a classe amb coneixements empírics ja constituïts: es tracta, doncs, no d’adquirir una cultura experimental, sinó de canviar de cultura experimental, d’enderrocar els obstacles ja acumulats per la vida quotidiana”.

Una investigació pionera en el desenvolupament d’aquests temes van ser les tesis doctorals de Laurence Viennot (1976) i Rosalind Driver. A partir d’aquests treballs i d’altres posteriors es comprovà que els errors conceptuals (respostes incorrectes en situacions en què s’han d’utilitzar uns conceptes determinats) no són simples oblit o equivocacions momentànies, sinó que responen a unes característiques molt concretes:

- Semblen dotats d’una certa coherència interna (d’ací que autors com Driver parlen “d’esquemes conceptuals” i no de simples preconcepcions aïllades), perquè procedeixen de la “lògica del sentit comú” i barregen conceptes obtinguts de la nostra “lògica” amb coses mal apreses a classe.
- Són respostes que solen donar-se sense dubtar, ràpidament, amb la seguretat que estan bé.
- Tenen gran difusió i extensió, afectant alumnes de diferents països, edats i nivells socials en percentatges significatius.
- Presenten una certa similitud amb concepcions que van estar vigents al llarg de la història del pensament.
- Són persistents, és a dir, no es modifiquen fàcilment mitjançant l’ensenyament habitual, fins i tot reiterat. Sobreviuen a l’ensenyament que els contradiu i, fins i tot, els propis professors les posseeixen. S’estudien una vegada i altra i tornen a aparèixer

Des de mitjan dècada del 1970, la detecció de conceptes alternatius rellevants ha donat lloc a una abundant literatura (es podent robar àmplies seleccions recents en Duit, 2004). Tots els camps de les ciències han sigut analitzats. Fins i tot s’han escrit llibres monogràfics sobre les idees prèvies de l’alumnat com els de Driver, Guesne i Tiberghien (1999), i Hierrezuelo i Montero (1991). Alguns d’aquests treballs han donat lloc a tesis doctorals (Hewson 1984; Géné 1986; Llorens 1987; Carrascosa 1987; Jiménez 1989; Sanmartí 1989; Cañal 1990; Azcárate 1990; Kaminski 1991; etc.)

2. POSSIBLES CAUSES DE LES IDEES ALTERNATIVES

A.4 Indiqueu, a tall d'hipòtesi, quines podrien ser les causes fonamentals que expliquen l'abundància i la persistència de les idees prèvies o alternatives en l'aprenentatge de les ciències.

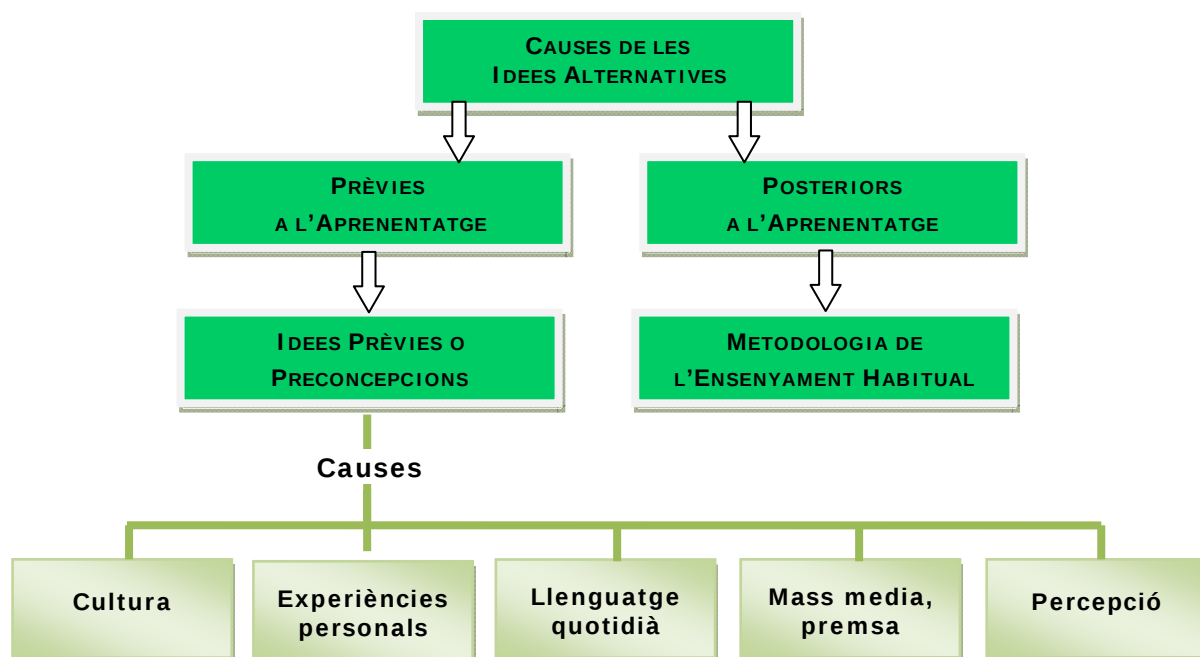
Nombroses investigacions s'han fet ressò d'aquest problema. Entre les causes més generals de les idees prèvies podem esmentar les següents:

- La cultura popular i la forma en què explica les coses
- Errors produïts pels mitjans de comunicació, que els reafirmen.
- Us de terminologia incorrecta: conflicte entre massa i pes, afirmar que en un recipient no hi ha res, quan en realitat hi ha aire,...
- Falta de preguntes de conflicte cognitiu
- Ensenyament mecànic, com mera aplicació de fórmules
- No fer xicotetes proves pràctiques
- Manca de preparació didàctica del professorat
- Els errors conceptuals del professorat
- Errors en els propis textos

A.5 Quin pot ser l'origen de les concepcions alternatives de l'alumnat sobre qüestions relacionades amb la ciència?

El tema de l'origen de les concepcions alternatives ha estat subjecte de diferents investigacions, com per exemple, la de Furió et al. (2006):

- el **procés d'inducció**, intuïció i imaginació que l'alumne realitza, des de la infància, per a intentar explicar i predir el que ocorre al voltant, és a dir, els fenòmens del seu entorn natural i tècnic. Així, les seues experiències quotidianes reforcen constantment la idea que els cossos més pesats cauen més de pressa, o que cal aplicar una força perquè un cos es mogi, etc.);
- el **llenguatge ordinari**, que constitueix la cristallització d'un coneixement precientífic, en el qual *calor* i *fred* apareixen com a substàncies o la paraula *animal* constitueix un insult o en el qual trobem l'ús de termes científics amb significats diferents i ambigus (per exemple *força*, *treball*, *energia*, etc.)
- les **formes de raonament espontànies** de l'alumnat, com la causalitat lineal, el raonament analògic, seqüencial, etc.;
- els errors introduïts explícita o implícitament pels textos, pel professorat, etc.



CAUSES DE LES PRECONCEPCIONS PRÈVIES A L'APRENTATGE

Per començar, hem dit que el llenguatge ordinari indueix a errors, com també ho poden fer els mitjans de comunicació social, pel·lícules, còmics, anuncis, diaris o revistes, com veurem a continuació:

A.6 Reflexioneu sobre la possible influència de la cultura popular, el llenguatge quotidià i els mitjans de comunicació social en algunes concepcions alternatives, i citeu-ne, si és possible, alguns exemples rellevants.

Com en la majoria de qüestions plantejades, les respostes poden ser molt riques i variades, ocupant un ampli espectre tant de camps de coneixement com períodes de temps, des de creences antigues fins llegendes urbanes relativament noves. Alguns exemples que podrien aparèixer en les discussions són:

- En *La guerra de les galàxies* se sent el soroll dels canons a l'espai.
- En l'estació MIR, a 400 km de la terra, el locutor diu: "...en absència de gravetat..."
- La paraula *treball* és anterior al concepte científic de treball. L'alumnat el pot entendre com fatiga, treball intel·lectual,... En el llenguatge ordinari, treball i esforç són sinònims, per tant, no consideren que hi ha treball si no es produeix esforç.

- La paraula *pur*, pot significar un cigar, una persona casta, una cosa sense contaminants,... quin significat li donem en afegir-la al concepte *substància*?
- Tradicions: Traure els rams de flors per la nit en les habitacions de malalts; la creença generalitzada que de la brutícia naixen animals...

A.7 *També la premsa, revistes o còmics poden generar o enfortir determinats errors conceptuals. Realitzeu una anàlisi crítica i detallada dels exemples presentats pel professor (annex II), prestant especial atenció a l'existència de possibles errors conceptuals.*

- Quan la barca cau, el dibuixant oblida que porta velocitat horitzontal i, per tant, la caiguda no pot ser completament vertical.
- Aquesta imatge es repeteix en nombroses ocasions en els còmics i dibuixos animats. En xocar contra una paret, s'obvia el tercer principi de Newton i el protagonista de la història no rebot cap arrere.
- TBO. Un vuelo insospechado: Els gasos no pesen i, per això, en omplir el pneumàtic amb diòxid de carboni, la moto s'enlaira.
- L'heroi confon els conceptes de força i energia
- Altre error recurrent en els mitjans de comunicació és el de confondre la falta d'atmosfera amb l'absència de gravetat.
- La convivència de l'ésser humà amb els grans rèptils és impossible, ja que l'ésser humà existeix fa aproximadament 5-7 milions d'anys. Mentre que l'existència dels grans rèptils va ser en l'època del mesozoic o era secundària, es a dir fa aproximadament 245 a 65 milions d'anys.

Òbviament les imatges que componen aquesta mostra són el resultat d'una selecció prèvia, per la qual cosa les conclusions i resultats obtinguts en aquesta activitat no poden, en principi, ser generalitzats a tots els casos. Malgrat això, paga la pena que ens detinguem en pensar un poc per tal d'analitzar els resultats obtinguts.

A.8 *De forma individual, realitzeu una recerca en novel·les, còmics, revistes, periòdics, llibres de text... L'objectiu és aconseguir un exemple que mostre una situació, que tinga relació amb la Física i Química, susceptible de generar errors conceptuals en l'alumnat. La imatge ha d'anar acompanyada d'un text personal en el que s'explique quin és l'error i quina seria la redacció correcta, així com la contextualització dins del currículum. El treball s'haurà de pujar a l'aula virtual en el format adequat.*

CAUSES DE LES PRECONCEPCIONS POSTERiors A L'APRENENTATGE

Aquests preconceptes, capaços de coexistir amb coneixements que els contradiuen, actuen com a vertaders obstacles, impedeixen la comprensió de conceptes nous transmesos pel professorat i produeixen errors conceptuals. Convé detenir-se, per tant, a analitzar una possible inadequació de l'ensenyament per a facilitar l'adquisició dels coneixements científics.

A.9 *Analitzeu críticament l'ensenyament habitual dels conceptes en Primària amb la finalitat d'aprofundir en la comprensió de la seua ineficàcia per a desplaçar les concepcions precientífiques pels coneixements científics. (veure Annex III)*

Per donar resposta a l'anterior activitat simplement podem fer memòria i recordar com ens han introduït els conceptes durant la nostra escolarització o bé podem utilitzar qualsevol llibre de text habitual. En la gran majoria d'ells podem trobar idees com les que comentem a continuació:

- S'aprecia la idea que es suficient en transmetre els coneixements científics de forma clara i ordenada per a que l'alumnat els comprenga.
- No s'inclouen activitats ni es fan referències que porten a analitzar críticament el que diu el sentit comú o l'experiència quotidiana sobre els conceptes implicats.
- No es tenen en compte les preconcepcions dels alumnes. Més concretament, no es mencionen ni s'inclouen activitats que permeten posar de manifest (directa o indirectament) les possibles concepcions alternatives dels alumnes sobre els temes estudiats.
- Es pretén introduir en dues pàgines escasses conceptes complexos, en ocasions fins i tot a nivell quantitatiu, com treball o energia, amb la qual cosa acaben incorrent en tots els errors típics, que els transmeten a l'alumnat.
- No s'inclouen observacions que criden l'atenció sobre les idees que històricament han suposat una barrera a la construcció dels coneixements (i que podrien constituir també una barrera per a l'aprenentatge dels alumnes) en el domini considerat;
- No s'inclouen activitats per a veure en quina mesura s'ha aconseguit la comprensió real dels conceptes introduïts, en quina mesurada les concepcions precientífiques han sigut superades.
- A penes hi ha activitats i les que s'ofereixen són molt directives. Açò és preocupant, ja que no sols no es té en compte les aportacions de la didàctica sinó que tampoc es té en compte el decret de currículum, en el que si que es tenen en compte. De fet, en les orientacions (MEC 1992) plantegen en l'apartat 2.3 del capítol III, en el que parla dels principis generals en l'ensenyament i aprenentatge de l'àrea de Coneixement del medi, que és necessari partir dels coneixements previs, és a dir, tindre en compte que els alumnes ja saben coses.

Aquesta és una prova de la gran inèrcia de l'ensenyament de les ciències, ja que, malgrat la Reforma, amb tots els esforços d'innovació curricular i formació del professorat, els professors acaben ensenyant el mateix i de la mateixa forma.

Tan greu o tal vegada més, que una transmissió directa de concepcions incorrectes -que té, sobretot, un valor de símptoma- és la visió que es transmet del treball científic, a la qual ja ens hem referit en altre capítol: els conceptes són introduïts de forma aproblemàtica, és a dir, sense referència als problemes que van conduir a la seua construcció (Otero, 1985) ni detenir-se en els conflictes d'idees que el tractament d'eixos problemes va generar. No solament s'ignora així que l'alumne no és una tabula rasa, sinó que es trivialitza el canvi d'idees que la construcció dels coneixements científics suposa, arribant fins i tot a presentar-los com a expressió del sentit comú, quan constitueixen precisament la ruptura amb les "evidències" d'eixe sentit comú.

3. PROPOSTES ALTERNATIVES PER A LA INTRODUCCIÓ DELS CONCEPTES CIENTÍFICS

El principal interès de les investigacions sobre esquemes conceptuals alternatius de l'alumnat no resideix, per descomptat, en el coneixement detallat de quins en són els preconceptes en cada camp, tot i que aquest coneixement aparega avui com a imprescindible per a un correcte plantejament de les situacions d'aprenentatge. La fecunditat d'aquesta línia d'investigació està associada, sobretot, a l'elaboració d'un nou model d'aprenentatge de les ciències (Furió et al., 2006).

A.10 *Quines estratègies per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències podrien derivar-se dels estudis sobre preconcepcions?*

La necessitat d'estratègies d'aprenentatge noves que feren possible el desplaçament de les concepcions espontànies pels coneixements científics ha donat lloc a nombroses propostes que —al marge d'algunes diferències, particularment terminològiques— coincideixen bàsicament a concebre l'aprenentatge de les ciències com una construcció de coneixements, que parteix necessàriament d'un coneixement previ.

Es pot parlar així de l'emergència d'un model constructivista d'aprenentatge de les ciències segons el qual, perquè es produïska un *aprenentatge significatiu* de la física i química (i de qualsevol ciència), en lloc d'un aprenentatge purament memorístic és necessari que hi haja una interacció entre l'estructura conceptual prèvia i la informació nova que pot —o no— produir-hi canvis.

Els diversos models d'ensenyament proposats tenen com a objectiu explícit provocar canvis conceptuals. Així, per a Rosalind Driver (1986) la seqüència d'activitats inclouria:

- Identificar i aclarir les idees que l'alumnat ja té.
- Posar en qüestió les idees de l'alumnat a través de l'ús de contraexemples.
- Introduir conceptes nous mitjançant pluges d'idees de l'alumnat, presentació del professorat o materials d'instrucció.
- Proporcionar a l'alumnat oportunitats noves per a usar les idees noves i fer que hi adquirisquen confiança.

Una de les revistes científiques més importants, *Science*, es va fer ressò d'aquest concepte en publicar el treball de Resnick (1983), que resumeix així les principals característiques de la visió constructivista:

- Aquells que aprenen construeixen activament significats, no reproduïen simplement el que lliguen o se'ls ensenya.
- Comprendre alguna cosa suposa establir relacions. Els fragments de coneixement aïllats són oblidats.
- Tot aprenentatge depèn de coneixements previs.

Altres estratègies interessants podrien ser:

- Ús d'activitats de conflicte
- Discussió d'idees.
- Plantejament d'activitats problemàtiques
- L'emissió d'hipòtesis per detectar idees alternatives. Pot ser interessant contrastar una mateixa hipòtesi per camins diferents, ja que al mateix temps, mostra la coherència del mètode científic i del cos de coneixements.
- Constatar la insuficiència de les idees alternatives
- Presentar o fer sorgir (si no ho han fet ja) les noves idees i comprovar el seu funcionament. Constatar de forma reiterada el millor funcionament de les mateixes.

A l'annex III s'ha afegit un resum de tot el que acabem de dir. En ell s'ofereixen un seguit de consells per a millorar la forma d'introduir els conceptes.

A.11 *A l'annex IV s'ofereixen dos exemples d'introducció de conceptes en llibres de text habituals. A continuació plantegeu algunes qüestions al respecte. Són breus, concises i estan ben plantejades. Us semblen correctes? Penseu que es poden millorar? Plantegeu altres preguntes que ajuden a despertar la curiositat dels estudiants.*

4. UN PAS ENDAVANT: APRENTATGE COM A CANVI CONCEPTUAL, METODOLÒGIC I AXIOLÒGIC

A.12 *Proposeu un model d'ensenyament aprenentatge de les ciències que tinga en compte les propostes vistes en els capítols anteriors sobre l'ensenyament i aprenentatge dels continguts metodològics i actitudinals, i allò que hem vist en aquest sobre el canvi conceptual.*

El nou model didàctic hauria d'enfocar l'aprenentatge, no solament com a **canvi conceptual**, sinó també com a **canvi metodològic**. L'alumnat únicament arribarà a canviar les formes usals de raonament i a superar les tendències metodològiques usals de traure conclusions precipitades i a generalitzar acríticament a partir d'observacions merament qualitatives si és posat reiteradament en situació d'aplicar la metodologia científica, és a dir, en situació de plantejar-se problemes, emetre hipòtesis a la llum dels coneixements previs, dissenyar experiments, realitzar-los, analitzar-ne els resultats, que verifiquen o falsegen la hipòtesi, etc. (Gil i Carrascosa, 1985).

I, a més, aquest plantejament d'ajustar l'ensenyament a les característiques de la metodologia científica és necessari, no solament perquè la familiarització de l'alumnat amb el treball científic és un objectiu per ell mateix, sinó perquè els canvis conceptuals perdurables exigeixen alhora canvis metodològics en l'alumne (Gil i Carrascosa, 1985), és a dir, **sense el canvi metodològic no és concebible un canvi conceptual efectiu** i, per tant, una vertadera superació dels preconceptes erronis.

Finalment, des de mitjans dels 1980, es constata a més un descens de l'interès de l'alumnat cap a l'aprenentatge de les ciències (especialment, la física i la química) i, en conseqüència, un abandonament de l'estudi d'aquestes (Solbes, 2009 a).

Per açò, en les conclusions de les recerques de la dècada del 1990 es proposa aconseguir no solament **canvis conceptuals i procedimentals**, sinó també **axiològics i actitudinals**. Un instrument molt potent per aconseguir aquest canvi és la inclusió de continguts d'història de la ciència i d'interaccions CTS. I açò últim per les raons següents (Solbes, 2009 b):

- presentar una imatge més contextualitzada i, per tant, menys deformada de la ciència;
- desenvolupar actituds positives i crítiques cap a la ciència, i intentar superar el desinterès i el rebuig;
- millorar l'aprenentatge, atès que aquest “estarà limitat si la persona no veu connexions rellevants entre aquesta activitat i els seus interessos personals”.

5. L'ENSENYAMENT-APRENTATGE COM INVESTIGACIÓ I EL PROGRAMA D'ACTIVITATS

A.13 *Si tenim en compte que les activitats que es plantegen a l'alumnat no són tant per a qüestionar idees o provocar canvis conceptuals com per a indagar i resoldre problemes d'interès, proposeu l'estratègia més adequada per aconseguir-ho.*

Òbviament la qüestió plantejada no ofereix una resposta única, sinó que són moltes les possibilitats de discussió que ofereix. Alguns dels punts que es podrien tractar són:

- Realitzar activitats d'interès per a l'alumnat i no solament per al professorat.
- Una de les estratègies d'ensenyament més coherent amb l'orientació constructivista és la que planteja l'aprenentatge com el tractament de situacions problemàtiques d'interès. Açò ens remet de nou a la necessitat d'associar l'aprenentatge de coneixements teòrics a la familiarització amb el treball científic: d'aquesta manera, tot aprenentatge apareix ara com un tractament de situacions problemàtiques.
- Seguint aquesta manera de treballar, per resoldre els problemes, l'alumnat haurà d'emetre hipòtesis, basades en les seues idees (equivocades o no), que seran contrastades mitjançant anàlisis crítics, experiments, etc. D'aquesta manera es podran posar de manifest els possibles errors i limitacions de les idees exposades per l'alumnat i es podran introduir les idees noves com a resposta a problemes que l'alumne s'haurà plantejat prèviament. Per a ser consolidades, les idees noves hauran de ser confrontades repetidament (Gil et al, 1991).
- Per açò, el nou model planteja els treballs pràctics com a petites investigacions en les quals l'alumnat defineix el problema, emet hipòtesis, fins i tot dissenya els experiments, els realitzen, n'analitza els resultats obtinguts, n'elabora informes, etc. Així mateix, replanteja els problemes amb una metodologia de treball que no pot ser altra que abordar-los com investigacions, cosa que permet l'alumnat analitzar qualitativament el problema, elaborar estratègies de resolució, analitzar-ne els resultats (les situacions límit, etc.) (Gil et al, 1991). Es tracta d'evitar els plantejaments empiristes i purament operatius, i organitzar l'ensenyament de la física per a familiaritzar l'alumnat amb la metodologia científica i afavorir així el canvi metodològic, des de les seues formes espontànies de raonament a una metodologia més coherent amb el treball científic.
- Finalment, per al nou model, les interaccions CTS i alguns aspectes històrics són també continguts de les matèries científiques (Solbes, 2009 b). Per exemple, la història de les ciències, en considerar-les una activitat humana més, posa de manifest que la ciència és un conjunt articulat de teories o models que interpreten la realitat; quan aquests models no poden explicar certs problemes, són substituïts per uns altres nous. D'altra banda, l'anàlisi de les relacions CTS posa de manifest que les ciències estan sotmeses a certs condicionants i determinades per la societat en què es desenvolupen.

La inclusió de les interaccions CTS i d'aspectes històrics, juntament amb el replantejament del mètode de treball a l'aula i de l'avaluació (dels quals parlarem més endavant), contribueix, com ja hem assenyalat, a un canvi d'actitud cap a les ciències i l'aprenentatge d'aquestes. D'altra banda, permet que l'ensenyament de les ciències es transformi en un element fonamental per a la formació dels ciutadans, no solament per a la capacitat professional d'aquests, sinó també perquè puguin comprendre, jutjar i prendre decisions en els temes científics i tecnològics que, en el món contemporani, influeixen cada vegada més activament en l'agenda política i els assumptes socials.

EL PROGRAMA-GUIA D'ACTIVITATS

Pel que fa als materials i el mètode de treball, una de les propostes coherents amb el nou model d'aprenentatge són els programes d'activitats, que hem usat des de l'inici del curs. Driver (1988) afirma que la implicació més important del model constructivista en el disseny de currículums és “no concebre el currículum com un conjunt de coneixements i habilitats, sinó com un programa d'activitats a través de les quals poden ser construïts i adquirits aquests coneixements i habilitats”.

A.14 *Què s'entén per programa d'activitats? Com cal utilitzar-los?*

La idea central en la utilització dels programes d'activitats és que cada tema, des de la introducció de conceptes a la discussió de les aplicacions socials, passant per la resolució de problemes o el treball experimental, s'ha de convertir en un conjunt d'activitats, degudament organitzades, que ha de realitzar l'alumnat sota la direcció del professor. L'organització de les mateixes serà tal que permetrà que els alumnes participen en la construcció dels coneixements que han d'adquirir segons vagin avançant progressivament en la seua resolució.

Les activitats s'han d'elaborar amb molta cura i s'han de seqüenciar cobrint tots els aspectes a tractar, seguint un fil conductor consistent i amb lògica i coherència interna, per tal d'evitar aprenentatges puntuals i inconnexos. D'altra banda les activitats no seran de mera repetició de conceptes, sinó estructurades per fer pensar a l'alumnat, qüestions de conflicte cognitiu i activitats problemàtiques de tot tipus, elaborades de forma que han de permetre a l'alumnat:

- Exposar les idees prèvies, elaborar i afirmar coneixements, explorar alternatives, etc.
- Superar la mera assimilació de coneixements ja elaborats
- A més, aquestes activitats han de cobrir el contingut de cada tema amb una lògica interna, evitar així un aprenentatge inconnex i aprofitar totes les ocasions possibles perquè l'alumne es familiaritzi amb la metodologia científica.
- Finalment, convé ressaltar que la gran flexibilitat que ofereixen les activitats permet adaptar-les als diferents interessos i capacitats de l'alumnat.

El propòsit dels programes d'activitats és evitar la tendència espontània a fer prevaldre l'activitat del professor, és a dir, a centrar el treball a classe en el discurs ordenat del professor i en l'assimilació d'aquest per l'alumnat. Allò que es considera essencial, és que prevalga l'activitat de l'alumnat, sense la qual no hi ha aprenentatge significatiu.

En conseqüència, aquesta proposta metodològica suposa atorgar un paper nou al professorat, segons el qual augmenten considerablement les funcions que ha de realitzar (el que ha de saber i saber fer). Deixa de ser un transmissor de coneixements per convertir-se en un professional amb els coneixements i recursos necessaris per a dissenyar i organitzar activitats d'aprenentatge i dirigir el treball de l'alumnat, sense limitar-lo a la mera assimilació de les exposicions ni renunciar a una acció orientadora (coherent amb qualsevol tasca col·lectiva d'investigació).

És per això que el **treball en grups de professors** es converteix en una activitat fonamental, per dos motius: el primer és que permet conjuntar l'esforç i la capacitat de tots els components del grup. El segon, que permet repartir el treball, de forma que es redueix l'esforç de cadascun. A més, sempre resulta molt més motivador treballar amb companys i poder comentar les coses que funcionen bé, les que fallen, aquelles que és millor no repetir...

Des d'aquest punt de vista, un programa-guia apareix com una tasca sempre en constant (re)elaboració, sotmès a retocs, afegits i, sovint, remodelacions totals, fruit de l'experiència obtinguda en la seua aplicació i de les noves aportacions en el camp de la investigació didàctica. Això suposa, òbviament, molt més treball per al professorat, però al mateix temps li atorga tot l'interès d'una investigació, d'una tasca creativa, el que, sens dubte, és un dels requisits essencials per aconseguir una acció docent eficaç.

- A.15** a) *Expliqueu en quina mesura el treball en grup pot afavorir les competències en comunicació lingüística, la competència social i ciutadana i l'autonomia i iniciativa personals i el valor de la cooperació.*
- b) *Busqueu quines són les competències que l'alumnat ha d'adquirir durant la seua escolaritat.*

Per treballar a classe amb els programes-guia, és convenient que els alumnes estiguen distribuïts en grups de treball, entre 4 i 6 persones, i tracten de resoldre cada activitat col·lectivament. Açò afavoreix que l'alumnat desenvolupe altres competències fonamentals: la competència en comunicació lingüística, la competència social i ciutadana i l'autonomia i iniciativa personals.

Però treballar d'aquesta forma implica també un canvi en l'actitud del professor. D'una banda ha de perdre protagonisme, ja que la classe no consisteix en "conferències" dosificades, en les que va introduint els diferents conceptes, sinó que ara ha de convertir-se en un director de cerimònies, un organitzador que va distribuint els temps i la feina per aconseguir que siguin els propis alumnes els que avancen a poc a poc, sempre dirigits i supervisats per ell. El paper del professor és absolutament essencial per al desenvolupament del tema:

- Ha d'impulsar i dirigir el treball dels diferents grups, preocupant-se de que les activitats es vagin realitzant i les discussions versen sobre els temes a tractar.

- Quan cal sintetitza, reformula o subministra més informació.
- Ha de tractar que el treball es realitzi de forma àgil, és a dir, ha de generar una certa pressió positiva per evitar la dispersió o l'avorriment.
- Ha d'afavorir les posades en comú, tractant de que siguin variades, utilitzant diferents mètodes. Per portar-les a terme no ha d'esperar a que tots hagen acabat. Pot començar-se encara que algun grup tinga alguna part pendent, que pot acabar durant la pròpia posada en comú.
- En general, ha d'aconseguir que a la classe existisca un clima de treball adequat.

La metodologia utilitzada serà coherent amb algunes de les característiques més importants del treball científic. El treball amb un programa-guia constitueix una metodologia d'ensenyament que es fonamenta, no sols en la concepció constructivista de l'aprenentatge, sinó també en les implicacions que la forma en que es desenvolupen i consoliden els coneixements científics tenen en l'ensenyament escolar dels mateixos. Per tant, la classe no està centrada en l'exposició magistral del professor, sinó que el treball de l'alumne és primordial per afavorir un aprenentatge significatiu i generar actituds positives cap al mateix.

A.16 *Penseu com es pot fer la traducció d'un dels textos analitzats anteriorment en una seqüència d'activitats que afavorisquen una tasca investigadora per part de l'alumnat.*

6. ELS CONCEPTES EN L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES DE LA NATURA EN PRIMÀRIA

A.17 *Analitzeu el Decret sobre Coneixement del Medi Natural i indiqueu els continguts conceptuals que hi apareixen.*

A.18 *Amb quins criteris s'han seqüenciat aquests continguts en els tres nivells que constitueixen l'ensenyament primari?*

Aquesta activitat és prou complexa, motiu pel qual és convenient que es realitzi en grups i fora de l'horari lectiu.

No obstant açò, és convenient que es discutisquen a classe els possibles criteris. Per exemple, d'allò més pròxim a allò més llunyà, tant espacial com temporalment:

- Mitjançant una progressiva ampliació de les escales espacials i temporals
- Dels aspectes relacionats amb el seu cos i creixement als aspectes relacionats amb la salut col·lectiva.

Cal no perdre de vista, al mateix temps, que algunes capacitats i continguts, fonamentalment procediments i actituds, requereixen un tractament cíclic, repetint-se amb diferent nivell de profunditat.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BACHELARD, G., 1938. *La formation de l'esprit scientifiques* (Vrin: Paris)
- CARRASCOSA, J., 2005a. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), pp. 183-208.
- CARRASCOSA, J., 2005b. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de las concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), pp. 388-402.
- CARRASCOSA, J., 2006. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (1), pp. 77-88.
- COLL C, 1987, *Psicología y Curriculum*. (Barcelona: Laia).
- DRIVER, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-15.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pp. 109-120.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. i TIBERGHEN, A. (1999). *Ideas Científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid, Morata.
- DRIVER, R. i OLDFHAM, V. (1986) A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- DUIT, R. (2004). *Bibliography: Students' and teachers' conceptions and science education (STCSE)*, Kiel, Alemania, Leibniz Institute for Science Education (IPN).
<<http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>>.
- FURIÓ, C. Y GIL, D. (1978). El programa – guía: una propuesta para la renovación de la didáctica de la física y la química. ICE. Universidad de Valencia
- FURIÓ, C.; SOLBES, J. i CARRASCOSA, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas, *Alambique*, 48, pp. 64-78.
- GIL, D. i CARRASCOSA, J., (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ – TORREGROSA, J. (1991) La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori.
- HIERREZUELO, J. i MONTERO, A. (1991). *La ciencia de los alumnos*, Barcelona, Laia, MEC.
- OTERO, J (1985) Assimilation problems in traditional representation of scientific knowledge. *European Journal of Science Education*. 7(4), 361 – 369.

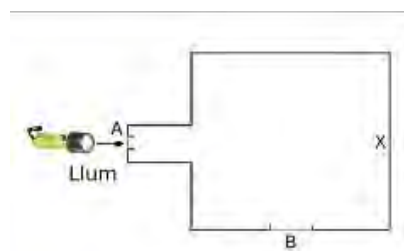
- RESNICK, L. B. (1983). Mathematics and Science Learning: a new conception. *Science*, 220, pp. 477-478.
- PIAGET, J. (1969) *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- RIVAS, M. (1986) Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica. *Bordón*, 264, 693 – 708.
- SOLBES, J. (2009 a). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), pp. 2-20,
<http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_1/Solbes_2009a.pdf>.
- SOLBES, J. (2009 b). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), pp. 190-212,
<http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_2/Solbes_2009b.pdf>.
- STENHOUSE, L. (1975) *Introducción a la investigación y al desarrollo curricular*, Morata: Madrid.



ANNEX I. QÜESTIONARI

A continuació, es proposen un seguit de qüestions senzilles, relacionades amb alguns aspectes bàsics de diversos camps de la ciència (Carrascosa, 2005a). Contesteu cada qüestió de manera individual i anònima, fent en cada cas els comentaris que considereu adients:

1. L'estudi de la respiració dels éssers vius ens mostra que:
 - a) Les plantes verdes i els animals sempre respiren consumint oxigen i desprenent diòxid de carboni, **tant de dia com de nit**.
 - b) Les plantes verdes **només respiren de nit**.
 - c) Les plantes verdes **durant el dia** respiren a l'inrevés que els animals, ja que prenen diòxid de carboni i desprenen oxigen.
2. Suposem que desapareguera totalment tota l'atmosfera que envolta la Terra i que el planeta quedara rodejat pel buit. En aquestes condicions podria afirmar-se que el pes dels cossos:
 - a) disminuiria;
 - b) es faria 0;
 - c) augmentaria;
 - d) no canviaria.
3. En llançar una pedra verticalment cap amunt assoleix una altura de 6 m sobre el sòl. Si considerem nul el fregament amb l'aire, quina altura aconseguirà una altra pedra, amb la meitat de massa que la primera, llançada a la mateixa velocitat?
 - a) 3 m
 - b) 6 m
 - c) 12 m
4. Experimentalment es comprova que, en escalfar molt el ferro, es posa roent i, finalment, es fon. Aquest fenomen es produeix perquè:
 - a) Els àtoms de ferro s'allunyen els uns dels altres, s'afebleixen els enllaços que els uneixen i es trenquen molts d'ells.
 - b) Els àtoms de ferro, inicialment durs, es fan cada vegada més molls a mesura que augmenta la temperatura.
5. S'ha construït una caixa de parets opaques, que sols té dues finestres transparents A i B, i s'ha fet el buit a l'interior. Si l'aposem en una habitació fosca i s'envia un feix fi de llum horitzontal, com es mostra a la figura, un observador que mirara per la finestra B podria veure:
 - a) un raig de llum horitzontal i el punt x il·luminat
 - b) únicament un raig de llum horitzontal
 - c) únicament el punt x il·luminat



6. Com sabeu, els ratolins es reproduïxen molt ràpidament. Si es realitzara un experiment que consistira a tallar la cua a uns ratolins i a tots els descendents poc després de nàixer perquè mai pogueren utilitzar aquest òrgan, al cap de moltes generacions s'observaria que a causa d'aquest fet:

- a) De sobte començarien a nàixer ratolins sense cua.
- b) La cua dels ratolins seria més curta que la dels seus avantpassats.
- c) La grandària de la cua no hauria disminuït respecte als avantpassats.

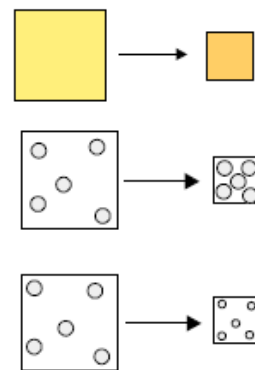
7. Dins d'una esfera tancada i transparent hi ha un tros de paper. Mitjançant una lupa l'encenem fins que es crema totalment. Si pesem tot el conjunt abans i després de la combustió, resultarà que:



- a) El pes serà igual abans (1) que després (2) de la combustió.
- b) El pes després (2) de la combustió serà menor que abans (1).
- c) El pes després (2) de la combustió serà major que abans (1).

8. Una de les propietats més conegudes de l'aire és la gran capacitat de comprimir-se. Podem comprovar fàcilment aquesta propietat si utilitzem una xeringa amb aire a la qual tapem l'eixida mentre pressionem per l'altre extrem. Açò s'interpreta correctament si diem que:

- a) L'aire és com una esponja (tot continu) que, en pressionar, es comprimeix.
- b) Entre les partícules hi ha espais buits o forats que, en pressionar, es redueixen.
- c) En pressionar, les partícules mateixes es comprimeixen i se'n redueix la grandària.



9. Segurament hauràs vist alguna vegada en la carn d'algun animal mort o en fruites podrides, nombrosos cucs diminuts. Açò és degut a que la matèria dels éssers vius, a diferència dels minerals, té la propietat (en podrir-se), d'originar diminutes larves que creixen alimentant-se dels suc i líquids que desprèn.

- a) cert;
- b) fals;
- c) no ho sé.

10. Si en un instant la velocitat d'un cos és nul·la, la força resultant sobre aquest en el mateix instant també ho serà:

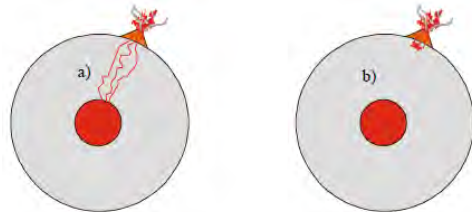
- a) cert; b) fals; c) no ho sé.

11. Entre els elements següents, subratlleu únicament aquells que, en la vostra opinió, siguin metalls: clor, plata, coure, mercuri, calci, sodi, or, potassi, ferro.

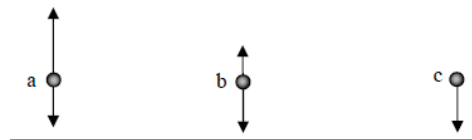
12. En química s'utilitzen, sovint, expressions com *element*, *mescla* i *compost*. Indiqueu si les següents proposicions són vertaderes (V) o falses (F):

- a) L'alcohol pur és un element.
b) L'aigua és una barreja d'hidrogen i oxigen.
c) L'aire és un compost.

13. Com sabeu, quan els volcans entren en erupció amollen a l'exterior grans quantitats de gasos i lava que provenen de l'interior de la Terra. Assenyalu quin dels dos esquemes següents representa més correctament l'interior d'un volcà.



14. Es llança des del sòl una pedra verticalment cap amunt. Si considerem nul el fregament amb l'aire, assenyalu amb una creu quin dels esquemes següents representa correctament les forces que actuen sobre la pedra que puja, poc abans que aconseguisca l'altura màxima.



15. S'ha llançat un bloc de ferro cap a la dreta per una superfície llisa i plana, contra una molla

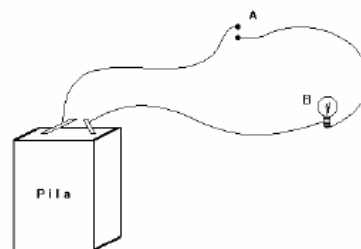


elàstica, com es representa als dibuixos, considerant-se nul el fregament.

En xocar, el bloc no queda parat immediatament, sinó que continua movent-se cap a la dreta durant un temps i, mentre açò ocorre, empenjarà a la molla:

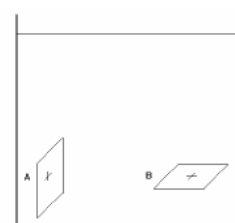
- a) Cada vegada amb més força
b) Cada vegada amb menys força
c) Sempre amb la mateixa força

16. En el circuit de la figura adjunta s'observa que, en el moment que connectem l'interruptor A, s'encén la bombeta B. Açò ocorre tan ràpid perquè:



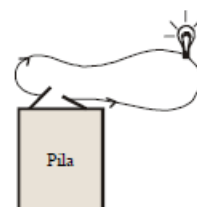
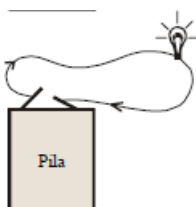
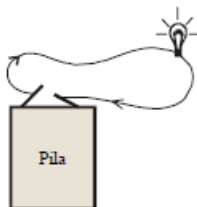
- Les càrregues que constitueixen el corrent (electrons) es desplacen pel cable a la velocitat de la llum
- Les càrregues es mouen pel cable a una velocitat enorme, però sense arribar a la de la llum.
- Malgrat que els electrons avancen molt lentament, la velocitat a què es propaga l'energia elèctrica és pràcticament igual a la de la llum.

17. Dues làmines planes estan quasi en el fons d'un recipient ple d'aigua, segons s'indica a l'esquema adjunt. En aquesta situació es pot afirmar que la pressió sobre el centre de la làmina B serà:



- Menor que sobre el centre de la làmina A.
- Igual que sobre el centre de la làmina A.
- Major que sobre el centre de la làmina A.

18. Assenyalau quina de les següents situacions descriu millor què li ocorre al corrent elèctric:



- El corrent ix d'un pol, passa per la bombeta i torna menys corrent a la pila, entrant per l'altre pol.
- El mateix corrent que eix de la pila per un pol i passa per la bombeta, entra a la pila per l'altre pol.
- El corrent ix dels dos pols per la pila i es consumeix en la bombeta.

ANOTACIONS PER AL PROFESSORAT RESPECTE DE LES QÜESTIONS ANTERIORS

Respostes considerades més acceptables:

1 (a); 2 (d); 3 (b); 4 (a); 5 (c); 6 (c); 7 (a); 8 (b); 9 (b); 10 (b); 11 (tots excepte el clor); 12 (les tres falses); 13 (b); 14 (c); 15 (a); 16 (c); 17 (b); 18 (b)

- Qüestió 1. Confusió entre l'intercanvi de gasos de la fotosíntesi amb la respiració. La idea que s'amaga darrere és que les plantes i els animals funcionen de manera diferent. S'identifica la respiració amb la presència de pulmons, no a nivell cel·lular.
- Qüestió 2. Confusió entre el buit i l'absència de gravetat, creure que si desapareix l'atmosfera no pesem.
- Qüestió 3. Confusió entre massa i pes
- Qüestions 4 i 8. Confusió entre els mons macroscòpic i microscòpic. De vegades s'atorga al microscòpic les propietats del macroscòpic.
- Qüestió 5. Els alumnes pensen que la llum es pot veure.
- Qüestió 6. Confusió entre lamarckisme i darwinisme. Es desconeix el paper dels gens en suposar que, després de tallar la cua a varies generacions de rates es va a transmetre aquest caràcter als descendents.
Durant molts anys s'ha foradat les orelles a les xiquetes i, en canvi, no neixen amb forats a les orelles.
- Qüestió 7. La primera confusió és pensar que, en cremar-se alguna cosa desapareix part de la matèria. La segona és suposar que els gasos no pesen
- Qüestió 9. Concepte de generació espontània: Pensar que de la brutícia poden sorgir éssers vius.
- Qüestió 10. Associar la força a la velocitat i no a l'acceleració, és a dir, tindre el concepte de força com causa de moviment, de velocitat, no com causa de canvi de velocitat. Darrere d'aquesta resposta s'amaga la idea errònia que un objecte que es mou a gran velocitat ha de "tindre" molta força.
- Qüestió 11. Creure que els metalls són únicament els que s'utilitzen habitualment per fer ferramentes...
- Qüestió 12. Confusió substància-element, mescla-compost i mescla-compost.
- Qüestió 13. Oblidar la tectònica de plaques i pensar que "molt calent" sols és el nucli de la Terra.
- Qüestió 14-15. Relacionar la força amb el moviment i no amb els canvis de moviment La idea de força com causa de moviment porta a assenyalar la resposta b com correcta en aquesta qüestió; com el bloc es mou cada vegada més lent, pensen que cada vegada fa menys força. La idea alternativa de força porta a pensar que sobre qualsevol cos en moviment està actuant una força de forma que quan desapareix eixa força, el cos es para, que a major velocitat, major serà la força que l'impulsa, que el moviment sempre anirà en la mateixa direcció i sentit de la força resultant i que si, en un instant determinat la velocitat és zero, la força resultant sobre el cos ha de ser nul·la.
- Qüestió 16. Confondre el desplaçament del corrent amb el desplaçament físic dels electrons.
- Qüestió 17. Creure que la pressió sols va de dalt a baix i no lateralment.
- Qüestió 18. Pensar que el corrent elèctric es gasta, en passar per la bombeta.



ANNEX II. CAUSES D'ERROR PRÈVIES A L'APRENENTATGE

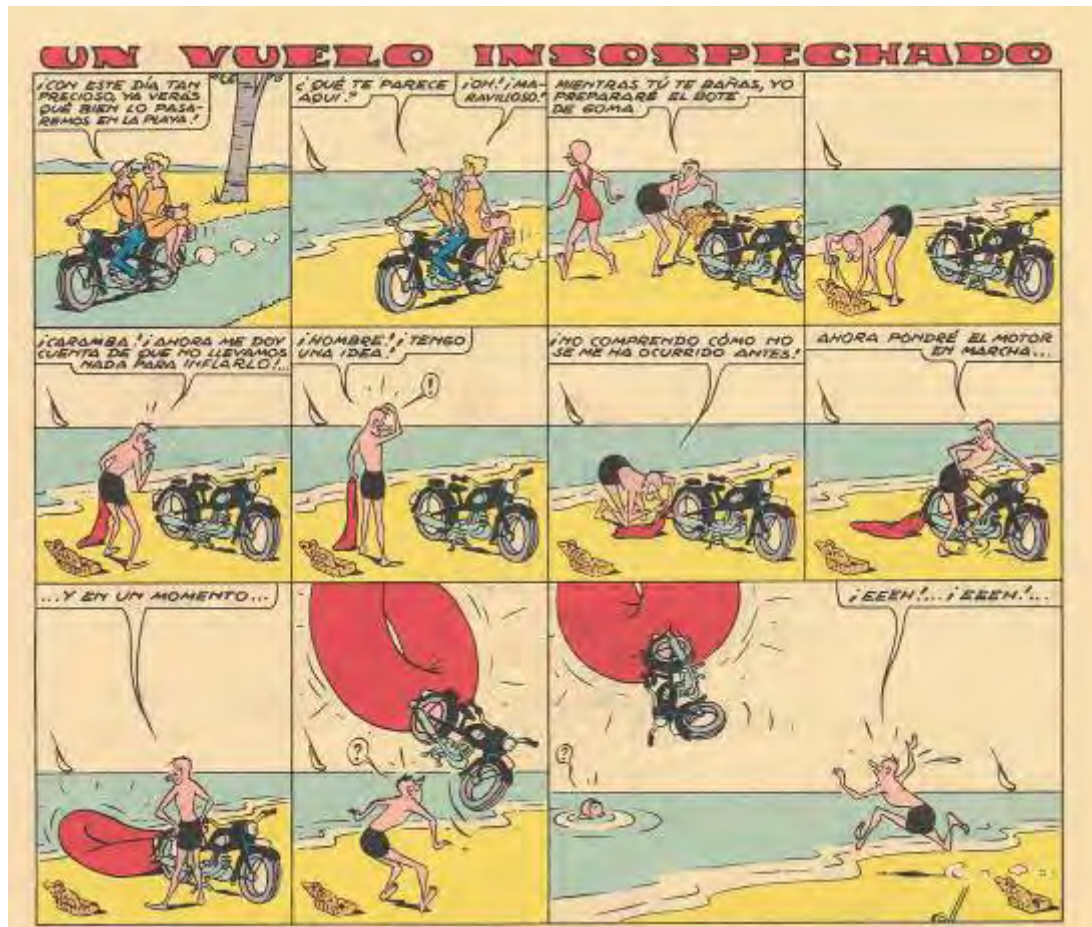
a)



b)



c)



d)



e)

EL PAÍS, domingo 8 de noviembre de 1998

SOCIEDAD / 29

El final de la misión

MANIOBRA DE ATERRIZAJE DEL TRANSBORDADOR

Los pilotos de aviones comerciales pueden ajustar la velocidad y aterrizan desde un ángulo de 3 grados.

El piloto del Discovery toma su control a 35 km de la pista y aterriza desde un ángulo de 20 grados.

La nave toma tierra a una velocidad de 340 km/h.

En el lanzamiento se desprendió la tapa del compartimento de paracaídas, por lo que el aterrizaje se efectuó sin desplegarlo.

El transbordador tuvo que utilizar más los trenos por aterrizar sin paracaídas.

BASE ESPACIAL KENNEDY

PISTA DE ATERRIZAJE DEL DISCOVERY

ESTACIÓN METEOROLÓGICA, EDIFICIO DE NAVEGACIÓN, EQUIPAMIENTOS Y RADARES, ESTACIÓN METEOROLÓGICA, TORRE DE CONTROL, ESTACIÓN ELÉCTRICA

'DISCOVERY' 23,4 m, 36,6 m

BOEING 747-400 ENDESGADURA: 59,6 m, LONGITUD: 70,5 m

POSICIONES EN EL ATERRIZAJE

CABINA SUPERIOR: BROWN, LINDSEY, PARAZYNISKI, ROBINSON, P. DUQUE, GLENN, MUKAI, PISO INFERIOR

La pista es más larga y más ancha que la de la mayoría de los aeropuertos.

LAS PISTAS

BASE ESPACIAL KENNEDY: LONGITUD: 4.572 m, más 304 m de prolongación a cada extremo. ANCHO: 90 m.

3ª PISTA DEL AEROPUERTO DE BARAJAS: LONGITUD: 4.400 m, ANCHO: 66 m.

EL PAÍS

Los efectos de la ausencia de gravedad

f)





ANNEX III. CONSIDERACIONS QUE CAL TINDRE EN COMPTE A L'HORA D'INTRODUIR CONCEPTES (A.9)

Passem a enumerar algunes consideracions a tindre en compte a l'hora d'introduir els conceptes científics:

- 1) Evitar la introducció arbitrària dels conceptes científics. Pel contrari, sempre que siga possible, convé tractar de fer veure la seua necessitat, per a la qual cosa el plantejament d'activitats problemàtiques on s'hagen d'utilitzar els conceptes juga un paper fonamental.

Per exemple, podem demanar que descriguen una carrera de 100 m llisos. Encara que el seu llenguatge siga molt pobre, hauran de parlar del represse, de la velocitat màxima, mesurar la posició, el canvi de velocitat,... és a dir, veuran la necessitat d'introduir determinats conceptes.

- 2) No fer definicions operatives d'entrada (com per exemple, començar definint el treball com el producte de la força pel desplaçament), la ment humana no treballa per fórmules. Convé utilitzar primerament definicions i introduccions qualitatives, encara que al principi siguen simples aproximacions, que posteriorment s'aniran precisant i finalment es traduiran en expressions o relacions de caràcter operatiu.

- 3) Tindre en compte la necessitat que els alumnes manegen els conceptes introduïts en situacions diverses, ja que precisament serà el fet que funcionen correctament en la resolució de diferents problemes el que permetrà comprendre la seua utilitat en la construcció de cossos globals i coherents de coneixements, que és el que els confereix validesa en cada moment.

- 4) Justificar les expressions operatives que van a utilitzar-se, de forma que els alumnes no tinguen la sensació que les definicions s'estableixen perquè sí. En aquest sentit és important recórrer al plantejament d'activitats en les que els alumnes hagen d'analitzar una definició operativa determinada, com per exemple, la densitat com quocient entre la massa i el volum, comparant-la amb altres alternatives (com v/m , $v + m$, ...) el que obliga a centrar-se en la forma en què influeixen en cada cas les magnituds considerades.

- 5) Altra qüestió important és ressaltar el camp de validesa de cadascuna de les expressions operatives introduïdes. Així, per exemple, en la coneguda expressió $v = e/t$, vàlida únicament quan e_0 i t_0 valen zero. Cal insistir en aquest raonament cada vegada que s'utilitzen aquest tipus d'expressions, eixint al pas de la tendència de l'alumnat a fer generalitzacions que utilitzen després en tots els casos.

- 6) Referir-se al significat físic de les unitats de mesura utilitzades, fugint de definicions merament operatives com: "El Joule és el newton per metre" i donar altres amb més sentit físic, com per exemple: "Quan una força constant d'un newton actua sobre un objecte al llarg d'un metre de recorregut, amb la mateixa direcció i sentit en què es desplaça l'objecte, diem que eixa força ha realitzat un treball d'un Joule".

7) Recolzar, sempre que siga possible, les unitats utilitzades, amb sensacions físiques o exemples il·lustratius adequats, que facen notar als alumnes si es tracta d'unitats grans o menudes (en relació a determinades mesures de les més usuals a les que ells poden referir-se o tindre accés). Així, per exemple, és possible que pocs d'ells sàpiguen com de gran és un treball d'un Joule, però sí que ho podrien saber si en la classe feren estimacions sobre la quantitat de Joules que suposa la realització de determinats treballs senzills, com alçar a un company, pujar les escales, alçar un llibre un metre,...

- 8) Considerar el significat físic de determinades constants que apareixen en diferents expressions bàsiques, com per exemple:

$$F = G \cdot Mm / r^2, \dots$$

Què és la G? Quan $M = m = r = 1$, G coincidiria amb la força amb que s'atraurien dues masses d'1 kg a una distància d'un metre. Atès que és un valor molt menut es fan més conscients del seu valor.

$$S = \pi \cdot R^2 \quad \text{Què significa el nombre } \pi$$

Açò constitueix un excel·lent instrument per comprendre millor alguns conceptes i hauria de ser una pràctica habitual en l'ensenyament. Així, per exemple, en la definició operativa del concepte de densitat com una magnitud proporcional a la massa i el volum, podem demanar als alumnes que consideren el que suposaria que un cos donat tinguera una m molt gran o molt menuda per un mateix volum. O a l'inrevés, que una mateixa massa ocupara un volum molt gran o molt menut, etc

- 9) S'ha dit també que fonamentalment el que confereix validesa i acceptació als conceptes científics és el seu bon funcionament dins del marc teòric vigent. Açò, entre d'altres coses, suposa que aquests conceptes s'estan provant contínuament i utilitzant en diferents situacions. Relacionant uns amb altres, etc. Conseqüentment, un criteri a seguir seria evitar la introducció esporàdica de conceptes que després no vagen a ésser utilitzats i donar prioritat als conceptes clau que s'utilitzen amb freqüència en diferents situacions al llarg del curs escolar.
- 10) Respecte de la necessitat que el professor conega les concepcions alternatives dels alumnes i les tinga en compte a l'hora d'introduir determinats conceptes claus, es tracta d'un aspecte fonamental al que cal concedir la necessària atenció, proposant activitats problemàtiques en les que els alumnes hagen d'emetre hipòtesis (per a la qual cosa han de fer us de les seues idees, siguen o no, equivocades), utilitzant adequadament la història de la Ciència (plena d'exemples on es mostra el sorgiment i evolució de determinats conceptes), fer algun comentari crític respecte al significat que en llenguatge quotidià es dona a determinats conceptes científics, etc.

- 11) Abans d'introduir conceptes (i en general nous coneixement), tindre en compte els requisits de tot tipus (continguts pròpiament dits, habilitats matemàtiques, etc.) que fonamentalment són precisos per a que els alumnes puguin treballar amb èxit i en cas d'absències notables per a la generalitat de la classe, dedicar el temps necessari per solucionar el problema, ja que el donar per suposat que l'alumne posseeix tots els coneixements bàsics pertinents abans de començar l'estudi d'un tema, adduint que ja es van veure anteriorment, és una pràctica que no sol donar bons resultats (Coll 1987).



ANNEX IV. DOS EXEMPLES D'INTRODUCCIÓ DE CONCEPTES EN LLIBRES DE TEXT DE PRIMÀRIA

4. EL SO

**2007, Ed. Vicens Vives
Coneixement del Medi
6è Primària**

Què és el so?

El so és l'efecte que produeixen els cosos quan vibren. El so el podem graduar al sentit de l'altura.

Quan un objecte produeix un so (cordes vocals, cordes del violí, l'aparell...), aquest es propaga per l'aire, a través de partícules, molècules, etc., i arriba fins al receptor, que, generalment, és la nostra oïda.

El so és energia

A vegades podem veure que els vidres de les finestres vibren quan circula un cotxe pel carrer o passa un tren a prop.

Això és provocat pel fet que les vibracions del so que produeix el cotxe o el tren s'han transmès fins als vidres: ells han fet vibrar.

És a dir, el so transmet energia des de l'objecte que ha produït la vibració fins allà on es rep aquesta vibració.

Les vibracions de cada instrument musical formen el so que reconeixem com a música.



El sopega de un doctall i en l'aparell metàl·lic en forma de vibracions i en molècules, quan es colpeja amb un martell, el doctall vibra i emet un so.



Calcula a quina distància és la tempesta.

La llum es propaga a una velocitat molt més gran que el so.

Per això, quan fa una tempesta, primer veus el llampec i després sentes el tro; és a dir, la llum de la tempesta arriba molt abans que el so del tro.

Si comptes els segons que passen entre que veus el llampec i que sentes el tro i després multipliques el nombre de segons per 340, obtindràs la quina distància és tro i la tempesta del lloc on et trobes.



L'eco

Quan el so es propaga, s'hi topa amb un objecte, hi pot rebotar, és a dir, es pot reflectir en aquell objecte.

Si ens trobem prop d'una muntanya i emetim un so fort, de vegades al cap de poca estona tornem a sentir aquell mateix so, perquè ha rebotat a la muntanya i torna cap a nosaltres.

Aquest fenomen és conegut amb el nom d'eco. Alguns animals fan servir el fenomen de l'eco per orientar-se i caçar.



En resposta s'orienten gràcies a l'eco dels sons que emeten.



L'eco és un fenomen localment observat quan arriba el so tard a la muntanya.

Investiga

- La reflexió del so s'utilitza, per exemple, per caçar. Molts animals de presa depenen d'un aparell anomenat sonar, que emet un so que quan enxopega amb un banc de peixos, fa rebrebot i torna al vessel, de manera que permet localitzar la profunditat a què es troben els peixos.
- Investiga quines altres aplicacions pot tenir el sonar.

Per a respondre

- Què és el so?
- Amoquin aires nitum el so?
- Per què escau un amet el so?
- Què és l'eco? On podem comprovar aquest fenomen?
- A quina distància es troba un castell de lloc a Catalunya d'on que persona sent l'eco del so al cap de 5 segons d'haver-la visió?

3 Aigua per a viure

Aproximadament, dues terceres parts del nostre cos estan formades per aigua. Açò significa que un xiquet de 36 quilograms té en el seu cos uns 24 quilos d'aigua.

El nostre cos perd aigua de diverses formes:

- Amb l'aire expirat expel·lim vapor d'aigua.
- Amb la suor expel·lim aigua juntament amb impureses a través dels porus de la pell.
- Amb l'orina expel·lim una gran quantitat d'aigua, que porta substàncies de rebuig del nostre cos.

En total, cada dia perdem uns 2,5 litres d'aigua. Podem reposar l'aigua perduda de dues formes:

- Amb els aliments sòlids: pa, fruita, peix...
- Amb les begudes: aigua, llet, refrescos...

Els aliments ens aporten una part de l'aigua que perdem, i la resta hem de recuperar-la bevent aigua. L'aigua que bevem s'anomena **aigua potable**.

Aigua potable

L'aigua potable és l'adequada per al consum humà.

La major part de l'aigua que consumim prové de:

- **Rius i embassaments.**
- Depòsits naturals subterranis, anomenats **aqüífers**.
- En algunes zones s'obté aigua potable llevant la sal de l'aigua del mar, és a dir, per **desalinització**.

Perquè l'aigua siga potable ha de passar abans per una estació **potabilitzadora**.

- Primer s'eliminen les partícules que enterbolixen l'aigua.
- Després s'afeg clor per a desinfectar l'aigua.
- Per últim, s'emmagatzema l'aigua en depòsits, des d'on es du a les cases.



Dos terços del nostre cos són solament aigua.



ANNEX V. ALGUNES INDICACIONS SOBRE ELS PROGRAMES-GUIA D'ACTIVITATS

El present document suposa únicament una reflexió al voltant dels programes guia. Conté idees, no ordres, per tant, per al desenvolupament del vostre programa d'activitats podeu utilitzar-lo o no. En alguns apartats podreu utilitzar un consell i en altres, altre, mentre en altres no en podreu utilitzar cap. En definitiva i com sempre, ací teniu una **caixa de ferramentes** que espere que us siga d'utilitat.

Com elaborar els programes-guia?

A títol d'exemple enumerarem a continuació alguns tipus d'activitats que, en general, cal tindre en compte en la confecció d'un programa-guia de Física i Química per alumnes d'Ensenyament Secundari. No es tracta d'assumir que la confecció d'un programa-guia s'ha de regir per un llistat d'aquest tipus, sinó més be d'oferir un seguit de criteris epistemològics i psicològics que han d'orientar el canvi conceptual que suposa tota construcció de coneixements. Per tant, pot ser d'utilitat tindre en compte tot un seguit de tipus de d'activitats que poden ser d'utilitat en la construcció, clarificació i/o finançament dels coneixements i habilitats, contribuint a una varietat de formes d'acostar-se al treball que evite la monotonia.

Presentem, doncs, una selecció de tipus d'activitats, agrupats en tres blocs, que denominarem, respectivament, d'iniciació, de desenvolupament i de finalització del tema (Furió i Gil 1978)

A. Activitats d'iniciació.

- Motivació i sensibilització pel tema
- Proporcionar una concepció preliminar de la tasca, que servisca de fil conductor.
- Explicitació i posada en valor de les idees que ja posseeixen els alumnes.

B. Activitats de desenvolupament.

Construcció i utilització significativa dels conceptes:

- Introducció qualitativa dels conceptes físics i químics (a partir de les idees intuïtives prèvies i a títol d'hipòtesi) i invenció de definicions operatives basades en els conceptes qualitius.
- Utilització reiterada dels conceptes introduïts en diferents situacions, amb la intenció de contrastar la seua validesa i, en el seu cas, finançament.
- Construcció de gràfics qualitius com forma d'afavorir la discussió i comprensió d'aspectes complexes.
- Interpretació física de dades numèriques

- Establiment de pareguts i diferències
- Establiment de connexions entre parts diferents de l'assignatura
- Establiment de "línies de demarcació" entre expressions i conceptes més o menys pròxims.
- Detecció d'errades (fins i tot, introduïdes aposta)
- Establiment del domini d'aplicabilitat o camp de validesa d'una expressió
- Anàlisi crític de proposicions.
- ...

Familiarització amb aspectes clau del treball científic, a desenvolupar en:

- Forma d'abordar els problemes, tant si són experimentals com si no ho són.
- Formulació precisa de problemes a partir de situacions problemàtiques obertes
- Emissió i fonamentació d'hipòtesis a partir dels coneixements previs
- Utilització de la literatura
- Elaboració d'estratègies de resolució i, en el seu cas, de dissenys experimentals.
- Obtenció de resultats i anàlisi i interpretació dels mateixos a la llum de les hipòtesis formulades i el cos de coneixements disponible.
- Confecció de memòries
- Lectura i discussió de memòries científiques
- Recerca de coherència entre els coneixements que es van construir.
- ...

Estudi de les relacions ciència/tècnica/societat

- Aplicacions tecnològiques
- Estudi d'implícacions socials
- Presa de decisions
- Problemes ideològics
- ...

C. Activitats de finalització

- Elaboració de síntesis, esquemes, mapes conceptuals,...
- Avaluació de l'aprenentatge realitzat, interès per la tasca, etc.
- Referències al fil conductor del temari, problemes que queden plantejats, etc.
- ...

A més, és molt important establir formes d'emmagatzemar els resultats de les successives activitats, de forma que l'alumne pugui procedir a les revisions necessàries. Per tant, una activitat que es considera imprescindible en cada tema és la confecció d'una síntesi del mateix.

Per finalitzar, convé realitzar avaluacions periòdiques de les formes de treball en classe, deixant que els grups plantegen aquelles qüestions i problemes de funcionament que els resulten més rellevants. Aquesta avaluació és essencial en el procés d'investigació/acció que exigeix l'elaboració dels programes-guia d'activitats (Driver i Oldham 1986): quines activitats funcionen i quines no, fins a quin punt els alumnes perceben quin és el fil conductor del tema o simplement es veuen arrossegats d'activitat en activitat; quin interès tenen les propostes de treball; en quina mesura es produeix o no un aprenentatge significatiu,... Totes aquestes qüestions exigeixen una contrastació experimental en la que l'avaluació dels propis alumnes (particularment en el cas de futurs professors) ha de jugar un paper fonamental.

Així, la confecció dels programes-guia adquireix les característiques d'una investigació/acció a través de la qual el treball del professor cobra una nova dimensió, aproximant-se la preparació i el moment d'impartir les classes a una investigació didàctica aplicada, el que contribueix a donar més interès i efectivitat a la tasca docent (Piaget 1969; Stenhouse 1975; Rivas 1986).



ANNEX VI. EXEMPLE D'INTRODUCCIÓ DE CONCEPTES. ESTUDI DE LA DENSITAT DELS COSSOS.

Per què suren els globus aerostàtics? Com fan els submarins per ascendir o descendir a voluntat dins de l'aigua? Quan mesquem aigua i oli, qui dels dos sura? Depèn o no, de les quantitats que mesquem? Passa sempre el mateix? Per poder explicar les qüestions anteriors haurem de recórrer a una nova magnitud, la **densitat**, relacionada amb el fet de que les substàncies siguin més o menys lleugeres.

1.
 - a) Un tros de ferro sempre s'enfonsa. Perquè no ho fa un vaixell, què està fet en la major part de ferro?
 - b) Agafa un tros de plastilina, fes una bola i posa-la dins d'un got amb aigua. Què passa? A continuació, amb la bola de plastilina fes un vaixell i col·loca'l sobre l'aigua. Què passa ara? Perquè se'n ha anat la bola al fons en la primera experiència i en la segona, no?
2.
 - a) Posem en un got 50 cm³ d'aigua i 500 cm³ d'oli. Qui surarà, l'aigua o l'oli?
 - b) Mesquem 500 cm³ d'aigua i 50 cm³ d'oli. Qui estarà ara a la part superior?
 - c) El fet de surar o enfonsar-se, depèn de la quantitat de cadascuna de les parts que mesquem? De què depèn?



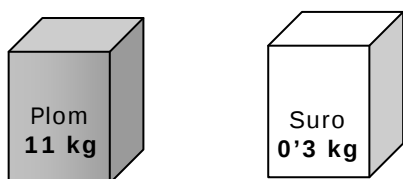
3. Mira el vídeo que trobaràs a la pàgina que s'indica a continuació, explica el que passa i dona una explicació científica del mateix. A què concepte fa referència?

<http://superciencia.com/2007/02/03/barco-flotando-en-un-gas/>.

La densitat és una propietat que depèn alhora de la massa i del volum. Com més massa tinga un material per cada unitat de volum, més dens serà. En els materials de baixa densitat, la massa està poc concentrada (ocupa molt volum) mentre que en els materials molt **densos**, la massa està molt concentrada (ocupa poc volum).

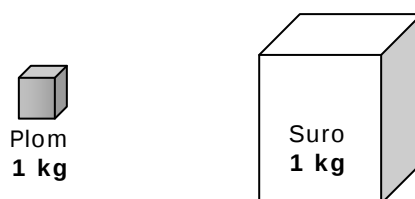
Una imatge ens ajudarà a entendre-ho millor:

Un material és més dens que altre si, a igualtat de volum, la massa del primer és major que la del segon.



O el què és equivalent:

Un material és més dens que altre si, a igualtat de massa, el volum del primer és menor que el del segon.



La massa d'1 cm³ de plom és major que la d'1 cm³ de suro → el plom és més dens.

1 kg de suro ocupa molt més volum que 1 kg de plom → el suro és menys dens.



4. Si hagueres d'explicar a un amic què és la densitat, què li diries?

La densitat és _____

L'expressió matemàtica que expressa la proporció entre la massa d'un cos i el volum que ocupa és la següent:

$$\text{Densitat} = \frac{\text{massa}}{\text{volum}}$$

5. A partir de l'anterior expressió, indica diferents unitats de mesura de la densitat.
6. Sabem que 1 l d'aigua destil·lada té una massa d' 1 kg.
 - a) Quin volum ocupen 500 g d'aigua?
 - b) Calcula la densitat de l'aigua i expressa-la en dues unitats diferents.
 - c) Amb les dades proporcionades, podem dir quin volum ocupen 500 g d'oli? Per què?



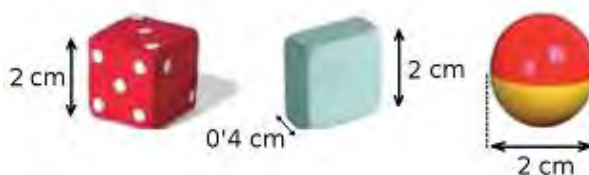
ANNEX VII. EXEMPLE D'INTRODUCCIÓ DE CONCEPTES.

LA MASSA I EL VOLUM DELS GASOS.

Propietats generals de la matèria

Cada objecte presenta unes propietats diferents. Alguns no es veuen, altres no tenen color o no tenen olor. Però, si són materials, sempre **tenen massa i ocupen un volum, un lloc a l'espai**.

- Defineix què és la massa, indica diversos instruments per mesurar-la i dona diferents unitats que conegues.
 - Repeteix el mateix per al volum, és a dir, dona la definició, indica instruments de mesura i expressa diferents unitats per mesurar-lo.
 - Pregunta a persones majors que conegues i que t'indiquen algunes unitats de massa i volum específiques de la zona on resideixes.
- Inventa i descriu un recipient amb el que es puguin mesurar amb molta exactitud:
 - 500 ml d'un líquid;
 - quantitats molt xicotetes de líquid, com 1 ml, 2 ml,...
- El volum de sòlids regulars s'obté mitjançant la fórmula geomètrica corresponent. Utilitza la fórmula per calcular el volum dels següents objectes:



- Disseny un procediment per mesurar fàcilment el volum d'objectes irregulars, com per exemple, unes claus, monedes,...

Els gasos també tenen massa i ocupen un volum?

Mesurar la massa d'un sòlid o un líquid és fàcil: és suficient utilitzar una balança. Però, és igual de fàcil en el cas dels gasos? Com podem determinar la massa dels gasos? Com podem saber el volum que ocupen?

- Idea una experiència que permeta comprovar que els gasos tenen massa.
- Agafa una botella buida i acobla-li un embut com indica la figura. Si queda obertura entre l'embut i la botella, posa un paper doblat, procurant que encaixe bé.
Afegeix aigua fins omplir l'embut. Resulta fàcil que entre a la botella? Per què creus que passa?
- Idea i explica un mecanisme per recollir i mesurar en un recipient una determinada quantitat, per exemple 50 ml, d'un gas qualsevol.



