

## **2. Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit**

Un alumne està jugant amb un mirall reflectint la llum del sol en una paret. La professora li demana: Per què es produeix la reflexió de la llum del sol?. Davant d'aquesta pregunta l'alumne no sap que contestar, ni la manera de saber-ho, així perd l'interès pel que està fent. La professora hauria pogut preguntar: què passa quan t'allunyes de la paret?, l'alumne hauria sabut què respondre només fent el que se li proposava i potser hauria començat a formular-se ell mateix noves preguntes.

Un altre professor fa una sortida de camp i planteja als seus alumnes: Tots els arbres tenen les fulles iguals?. La resposta a aquesta pregunta és obvia, es pot respondre amb un simple monosíl·lab i no incita a emprendre una activitat. La pregunta: Podem trobar alguna fulla semblant a aquesta? Pot promoure l'observació, la comparació, la classificació, la discussió...

Aquests són dos exemples per mostrar un dels aspectes bàsics a les classes de ciències: l'explicació dels fenòmens que observem. Ara bé, la necessitat d'explicar sorgeix d'un dubte o una pregunta; si el que es planteja és inabordable i, o pel contrari és obvi no promourà l'activitat de buscar-hi resposta. D'aquí la importància de les bones preguntes.

Les bones preguntes són imprescindibles per a una bona docència, de la mateixa manera que han estat sempre el desencadenant de les aportacions científiques rellevants en tots els camps del saber. La capacitat humana de qüestionar-se sobre tot però no d'una manera arbitrària, sinó des d'una determinada estructura de coneixements, és la base de la cultura en totes les seves manifestacions. El que diferencia la ciència d'altres àrees és la manera de preguntar-se sobre els fets, la manera d'aproximar-se als fenòmens, és a dir la manera de mirar.

### **2.1 Què entenem per una bona pregunta? Quines són les bones preguntes?**

Hi ha preguntes que per ser respostes només requereixen que els alumnes busquin les paraules o frases correctes en el llibre de text o en els apunts de classe. Aquestes preguntes les anomenarem reproductives i considerarem que no són bones preguntes des del punt de vista de l'activitat científica, perquè són preguntes que es poden respondre repetint coneixements que s'han exposat a classe o que s'han estudiat a partir del llibre. Reconèixer una mala pregunta és una cosa i proposar bones preguntes n'és una altra. S'enumerem a continuació algunes condicions de les bones preguntes.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

### a) Preguntes productives enfront de preguntes reproductives

Una primera característica de les bones preguntes és que sigui una pregunta productiva. Les preguntes productives, són preguntes autèntiques perquè tenen sentit a partir dels coneixements adquirits, però obliguen a activar-los de manera creativa, donant una resposta inèdita.

Elstgeest considera que una bona pregunta és el primer pas cap a una resposta, és un problema pel qual podem trobar una solució. Una bona pregunta és una pregunta estimulante que invita a fer una millor observació, un nou experiment o prova. Una bona pregunta promou que els alumnes “facin” més que “diguin” la resposta.

El quadre de la figura 2.1 mostra una sèrie de preguntes ordenades de manera que augmenta l'aspecte “productiu” des de la primera a la darrera.

- a) Quines són les parts d'una flor?
- b) Defineix què és una flor?
- c) Com explicaries a un amic que és una flor?
- d) En Joan ha sortit al camp i veu plantes amb parts verdes, però no sap si són flors o fruits, en què hauria de pensar per reconèixer-ho?
- e) A la Marta li agraden les flors perquè tenen els pètals acolorits. En Marc li diu que hi ha flors sense pètals i la Marta no s'ho creu. Diques com li explicaries a la Marta que en Marc té raó.

**Figura 2.1:** Les preguntes directes promouen la repetició de noms donats pel professor o que es troben en el llibre de text

### b) Preguntes que tenen un context

Els alumnes davant de preguntes directes del tipus: Diques que és la funció clorofil·lica?, Explica com es reproduïxen les plantes? tendeixen més a pensar en reproduir el que diu el llibre de text o el professor que no pas en expressar les pròpies idees. Per això es convenient plantejar preguntes de manera indirecta situades en un context que promogui una resposta productiva per part de l'alumne (figura 2.2)

**Pregunta directa o no contextualitzada:** Hi ha aigua en l'aire?

**Pregunta contextualitzada:** A l'estació de metro, el Sr. Dalmau rellisca i cau enmig d'un toll d'aigua. Estirat a terra veu que l'aigua cau d'unes canonades que hi ha al sostre. Les canonades perden aigua! Quina vergonya! Pensa el Sr. Dalmau i decideix posar una denúncia a la companyia que fa les canonades. Aquests convencuts que les

seves canonades no perden aigua contracten a una advocat perquè els defensi. En el judici l'advocat defensor fa declarar a una experta metereologa que diu: "No és que les canonades perdin aigua, és l'aigua que hi ha a l'aire la que condensa a la part exterior de les canonades i cau a terra". Què hi ha aigua a l'aire? Vostè espera que ens creiem això que acaba de dir? Pregunta de manera exaltada l'advocat del Sr. Dalmau. Tu com membre del tribunal que decidiries?

**Figura 2.2:** Les preguntes contextualitzades permeten als alumnes expressar les pròpies idees

### c) Preguntes que donen "pistes"

Sovint es constata poca coherència entre la resposta que els professors esperen i el que l'alumne respon. Aquesta incoherència no sempre es deguda a la falta de coneixements dels alumnes sinó a que aquests no identifiquen clarament la demanda que se'ls fa. Per facilitar aquesta identificació és important oferir als alumnes "pistes" a l'enunciat de les preguntes. En el quadre de la figura 2.3 es mostra un exemple de preguntes en referència a una mateixa temàtica.

Pregunta sense "pista"

*Sense els microorganismes la vida al bosc seria impossible. Justifica aquesta afirmació*

Pregunta amb "pista"

*"Tenint en compte el cicle de la matèria i el flux d'energia justifica l'afirmació: Sense els microorganismes la vida al bosc seria impossible"*

**Figura 2.3:** La pregunta amb "pista" proporciona a l'alumne més informació i li ofereix l'oportunitat de poder-la utilitzar per elaborar la seva resposta.

### d) Preguntes que "pregunten" realment el que es vol preguntar

Un altre motiu que dificulta als alumnes donar la resposta que esperen els professors és que aquests no sempre pregunten el que volen preguntar. El professorat ha de utilitzar correctament els verbs adients a l'habilitat cognitivo-lingüística (definir, descriure, explicar, justificar, argumentar) que pretén activar i els alumnes han de poder identificar aquestes demandes.

Així per exemple, si es demana: *Explica com és una roca sedimentària*. El professor està utilitzant el verb explicar quan en realitat el que es demana als alumnes es que elaborin una descripció de com és una roca sedimentària.

### La importància de les bones preguntes

És clar que una de les principals formes de comunicació entre els professors i els alumnes és preguntar i respondre preguntes i que la manera en que es fa la pregunta determina el tipus de resposta. Les preguntes que comencen amb "per què" o millor

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

“per què creus” promouen el raonament, sempre que es doni temps suficient per ser respostes i les que comencem amb “com” promouen l’activitat dels alumnes.

En aquest capítol es reflexiona sobre les preguntes o activitats de paper i llapis i les preguntes entorn al treball experimental.

## **2.2 Les preguntes o qüestions escrites (activitats de paper i llapis)**

Les preguntes, els qüestionaris o la resposta escrita a altres tipus de demandes, el que en conjunt es pot anomenar com “activitats de paper i llapis” són, sens dubte, les activitats d’aprenentatge més habituals a les nostres aules. Un fet que demostra la importància que el professorat els hi dona, és la seva presència en tots els llibres de text.

Es plantegen preguntes o qüestionaris escrits a l’alumnat, ja sigui a l’aula, com a treball individual un cop introduït un tema o concepte, com a treball per fer a casa, “deures”, o com activitat d’avaluació en els “exàmens” o proves escrites.

El professorat planteja aquestes activitats per aconseguir entre altres objectius: que l’alumnat acabi d’entendre el que s’ha treballat a classe, adquireixi nous coneixements (introducció), fixi i recordi els nous conceptes treballats (estructurin), utilitzi els nous aprenentatges (apliquin), i també per veure si s’han entès els conceptes introduïts, valorar el que s’ha après (avaluació) ...

En proposar preguntes i demanar la resposta escrita, el professorat està demanant a l’alumnat que expliciti i comuniqui, a través del llenguatge escrit, els seus coneixements, les seves idees, la seva interpretació dels fenòmens, etc. i suposa que en escriure l’alumnat haurà d’elaborar, modificar, o reconstruir les pròpies idees.

L’elaboració d’un text comporta de fet una doble tasca, la que fa referència al contingut, la recerca dels coneixements, les idees, i la que fa referència a la forma o al gènere del text. Si el que és pretén amb les activitats es afavorir que l’alumnat elabori o transformi les pròpies idees a través de la producció d’un text cal que l’enunciat, la pregunta o demanda, faci referència tant al contingut com als aspectes pragmàtics, és a dir a qui va dirigit el text, en quina situació, amb quina finalitat o motiu etc. cal situar l’activitat en un context per facilitar a l’alumnat el reconeixement del tipus de text ha de fer.

Una bona pregunta és aquella que implica l’elaboració d’un text, amb una finalitat ben definida, de manera que en aquest procés l’alumne “transformi” les pròpies idees tot apropant-les als coneixements científics.

### **a) Dificultats de l’alumnat per respondre preguntes escrites**

- i) Escriure no és gens fàcil

Sanmartí, N. ( comp ) ( 2003 ) *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Ed. 62

En molts casos el professorat queda “insatisfet” amb les respostes de l’alumnat, i són freqüents comentaris del tipus: l’alumnat contesta “telegràficament”, expressa les seves idees de manera incoherent, no estableixen relacions entre la pregunta i els conceptes o models científics, no distingeixen en les seves explicacions el que són arguments del que són opinions o creences, no s’esmercen en els aspectes formals de la redacció del text....

No es d’estranyar aquesta situació ja que escriure no és gens fàcil per l’alumnat, ja que l’expressió de les pròpies idees a través d’un text, té més dificultat que fer-ho oralment. En el llenguatge oral, l’expressió és facilitada per l’ajuda d’altres elements de comunicació com poden ser el gest, l’entonació, la pausa... Mentre que el llenguatge escrit, exigeix la utilització de molts més mots, a més d’un coneixement de les normes de construcció del text. És per això que el llenguatge escrit comporta més dificultat, a l’hora que és la forma més precisa i desenvolupada d’expressar un pensament.

Si els aspectes pragmàtics de l’activitat, (lector a qui va dirigit, motivació, finalitat.) no són explícits, tenint en compte que les activitats es fan en el context del treball a l’aula, o amb el llibre de text, l’alumne pensa que la finalitat del seu text és l’avaluació i escriu un text reproduint el llibre o les explicacions del professor i no veu la necessitat de buscar estratègies, o recursos per fer un text entenedor.

En figura 2.4 es mostren dos activitats relacionades amb el mateix contingut, la vacunació, la primera no està situada en cap context , mentre que la segona està situada en un context proper a l’alumnat i explicita el motiu de l’explicació i l’interlocutor:

1. *Què s’aconsegueix en administrar una vacuna?.* (copiada d’un llibre de text),
  2. *La mare de l’Anna no vol que vagi a dormir a casa de la seva amiga Teresa perquè els seus germans petits tenen la “rosa”. L’Anna diu que no hi ha cap perill d’encomanar-se ja que el curs passat la van vacunar.*
- Ajuda a l’Anna i la Teresa a buscar arguments per convèncer a la mare de l’Anna. Escriu-los en un full per poder-los hi enviar.*

**Figura 2.4:** *Pregunta sense context, pregunta contextualitzada.*

Quan l’alumne llegeix la primera qüestió, no sap el motiu pel qual se li demana aquesta explicació, possiblement pensi que és per avaluar-lo, per tant el que li cal fer, és repetir o reproduir el que ha escoltat del professor/a o llegit al llibre, fins i tot pot respondre amb una frase curta com podria ser ”tenir defenses contra la malaltia” “quedar immunitzat”.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

En la resposta a la segona qüestió l'alumne ha de donar arguments basats en el que ell/a compren sobre les vacunes, per tant ha de refer o elaborar les seves pròpies idees, no pot respondre reproduint una explicació del llibre de text. A més com l'enunciat explicita a qui va dirigida l'explicació i amb quina finalitat, haurà de pensar quin tipus de text cal fer.

ii) b. L'alumnat no identifica el que se li demana

Una situació que es dona a l'aula, sobretot en comentar la correcció de preguntes d'exàmens o deures, és la discussió entre professorat i alumnat, en la que aquests acaben dient - jo no sé que espera "la profe" que li posem a les respostes...-.

El professorat normalment espera que l'alumnat elabori un text i que aquest a més tingui relació amb els models o explicacions científiques. El desacord entre la resposta esperada pel professorat i la resposta de l'alumnat es pot donar per diferents motius, com són entre altres que les preguntes es poden respondre amb una paraula o una llista de paraules, la demanda de l'activitat no és clara o el fet que una pregunta pot tenir diferents respostes.

### ***Les preguntes es poden respondre amb una paraula o una llista de paraules***

La resposta a la pregunta no és un text ja que els enunciats són preguntes tancades, o preguntes directes introduïdes per elements interrogatius com "quin, com, on" , i poden ser respostes amb una enumeració o llistat de paraules o fins i tot amb un si o no.

Hi ha preguntes (figura 2.5) que queden respostes amb el nom o noms de la funció o dels tipus d'immunitat etc. Però el professorat possiblement espera o suposa que l'alumne explicarà què entén per cada funció o farà la comparació entre els diferents tipus d'immunitat etc.

*Quina funció té el sistema immunitari?*

*Quins tipus d'immunitat hi ha?*

*Els bacteris es poden combatre amb antibiòtics?*

*És una malaltia epidèmica, la grip?*

**Figura 2.5:** *Preguntes que es poden respondre amb una paraula, un llistat o si/ no:*

Activitats que tampoc es responen amb un text són les plantejades com un seguit de qüestions amb formes interrogatives directes, (figura 2.6)

*Què són els anticossos? Què els fabrica? Per a què serveixen?*

*Què són els antibiòtics? Contra què actuen? Quins antibiòtics coneixes?*

**Figura 2.6:** *Preguntes que afavoreixen moltes respostes curtes i no l'elaboració d'un text..*

Aquest tipus d'enunciat afavoreix que l'alumne vagi fent petites respostes en lloc d'elaborar un text, Si es vol ajudar a l'alumne a fer un text que expliqui un concepte o procés potser seria millor plantejar la demanda com la (figura 2.7 ).

*Explica tot el que sàpigues dels anticossos. Per explicar-ho tingues en compte la seva definició, quan i on es formen, quina funció tenen, ...*

**Figura 2.7:** *Preguntes que afavoreixen l'elaboració d'un text.*

### ***La demanda de l'activitat no és clara.***

Sovint quan es llegeixen les diferents respostes a una pregunta de classe o d'examen i es veu que són tant diverses i que no són les que s'esperava, si es rellegeix l'enunciat de l'activitat i s'analitza la demanda, es veu que aquesta no és del tot clara o no és del tot evident.

En molts casos la demanda és implícita, en altres es demana "explicar" utilitzant aquest verb com a comodí, a vegades tot i haver una demanda explícita (descriu, explica, justifica, etc.), aquesta no es correspon amb el que realment ha de fer l'alumne. En la figura 2.8 es mostren alguns exemples d'aquesta confusió en qüestions trobades als llibres de text.

1. *Explica el motiu de les afirmacions següents:*

- *Quan els dentistes treballen porten màscara i guants.*
- *La majoria dels aliments que hi ha als supermercats estan tapats o bé es conserven en condicions de màxima higiene.*

*El que realment es demana són les raons, la justificació, d'aquests tipus de mesura.*

2. *Explica què vol dir l'expressió "organisme patogen".*  
*En realitat el que es demana és definir.*

3. *Diferencia bacteris, virus i protozous. Què tenen en comú? Què els separa?*  
*Diferenciar és contradictori amb el que després es demana, buscar trets comuns. En realitat el que es demana és comparar.*

4. *Resumeix el que sàpigues dels anticossos. Quina cèl·lula els fabrica?*  
*L'alumne pot resumir el que sap dels anticossos, o seria més adequat demanar a l'alumne que expliqui tot el que sap, o que descriu el procés de formació dels anticossos.*

**Figura 2.8:** *Demandes que no son clares o fins i tot poden ser contradictòries.*

Per evitar aquesta situació cal prendre consciència de les diferents demandes o tasques i de quins són els verbs o les expressions correctes per anomenar-les, a més cal treballar amb l'alumnat el que vol dir cada tipus de demanda i quines tasques

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

implica fer. Un bon punt de referència per aquest treball poden ser les categories definides com habilitats cognitivo – lingüístiques per Jorba i al en el llibre “Pensar i escriure per aprendre”, aquestes categories son: definir, descriure, explicar, justificar i argumentar.

### ***Una pregunta pot tenir diferents respostes***

Moltes vegades les respostes a una pregunta de deures o examen, són inesperades o sorprenents, ja que no tenen a veure amb la classe o són molt simples. De fet una mateixa pregunta admet diferents respostes segons el context on es plantegi, el nivell de coneixements, etc. (figura 2.10).

Per què cal vacunar-se al anar a un país tropical.

- *Per que ho exigeixen les autoritats sanitàries.*
- *Per que en els països tropicals hi ha més microbis que no pas aquí.*
- *Perquè no tenim defenses contra els microbis que hi ha a aquests països i que aquí no hi són.*
- *Per que en els països tropicals degut a les condicions higièniques i ambientals hi ha microbis endèmics que el nostre sistema immunitari no reconeix perquè no hi ha estat mai en contacte i per tant no tenim anticossos contra aquests possibles nous antígens, si entren en el nostre cos poden provocar malaltia. Les vacunes provoquen la formació d'anticossos contra aquests microbis endèmics i els anticossos de memòria eviten el desenvolupament de la malaltia.*

**Figura 2.10:** Diferents respostes a una pregunta.

També és freqüent trobar que a preguntes que el professorat suposa que impliquen una explicació i l'elaboració d'un text, l'alumnat respon amb una frase curta utilitzant el nom dels conceptes o les entitats específiques relacionades amb la teoria.( figura 2.11).

1. *Per què algunes malalties com el xarampió només es pateixen una vegada a la vida?*

- *Per que els malalts queden immunitzats*

2. *Per què hi ha malalties que s'encomanen i altres no?*

- *Per que les que s'encomanen estan causades per microorganismes.*

3. *Si les vacunes estan fetes amb els mateixos microbis causants de la malaltia, com és possible que la evitin?*

- *Per que en les vacunes els microbis estan morts o atenuats.*

**Figura 2.11:** Preguntes respostes amb una frase curta, on s'anomenen conceptes o models científics.

Cada una d'aquestes respostes correspon a un concepte específic, però al no definir-lo o explicar-lo no es pot saber si quan l'alumne diu, immunitzat, causat per microorganismes o microbi atenuat, esta fent referència als models que cada un d'aquests conceptes o entitats porta implícits. Es a dir quan diu immunitzat, l'alumne inclou tota la teoria de la immunitat, la reacció antigen - anticòs i el concepte de memòria immunològica etc.

Es evident que la utilització de mots que corresponen a “entitats” científiques, conceptes, fenòmens, models,... no pressuposa la comprensió d'aquests i per tant aquest tipus de resposta no permet avaluar el coneixement dels alumnes.

Per evitar aquestes situacions i facilitar que l'alumnat conegui l'objectiu de l'activitat i entengui a quin nivell es vol la resposta, hi ha dos possibles vies: Que en l'enunciat de la demanda o la pregunta es donen “pistes”, s'expliciti que cal relacionar la resposta amb la teoria o model científic corresponent, o bé que la pregunta estigui emmarcada en un “context” ja sigui històric, proper a l'alumnat, de discussió, etc. (figura 2.12)

*1. Com es pot explicar, segons el model de reacció antigen - anticòs, el fet que la sang del grup sanguini 0 sigui la més demandada en els bancs de sang.*

*2. En Josep és un aventurer que està preparant un viatge a un país del centre d'Àfrica, i li han dit que s'ha de vacunar per prevenir el contagi de les malalties més freqüents en aquell país. A ell no li agraden les vacunes i abans d'anar al centre de medicina tropical, telefona a un amic metge perquè li doni les raons que el convencin que cal vacunar-se.*

*Escriu les raons que donarà l'amic metge per convèncer en Josep.,*

*3. Si les vacunes estan fetes amb els mateixos microbis causants de la malaltia, com és possible que la evitin ? Respon a aquesta pregunta utilitzant els coneixements actuals sobre immunitat.*

**Figura 2.12.** Enunciats, amb “pistes” que ajuden a entendre a quin nivell o quin tipus de resposta es demana.

iii) c. L'alumnat no entén que vol dir “una resposta o explicació científica”

A la pregunta - que vol el “profe” que posem en les respostes - ben segur que el professorat respon - es vol una resposta científica -. Però el significat d'aquesta expressió es implícit per a una bona part del professorat i això fa que l'alumnat sobretot el que té més dificultats, no intueixi que es vol dir , i per tant no compregui el que se li demana.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

Per explicitar o comunicar que vol dir resposta científica caldrà veure què s'entén per ciència o quines característiques tenen les explicacions científiques.

Sense entrar en grans discussions epistemològiques, es pot afirmar que la ciència és l'activitat humana que busca donar resposta a preguntes o problemes que la realitat planteja: que per una banda parteix d'explicacions (hipòtesis, principis, teories o models) acceptades per la comunitat, i per altra accepta que aquestes explicacions són canviants, en la mesura que el coneixement de la realitat, la pràctica i l'experiència qüestionen la seva coherència.

Partint d'aquest concepte de ciència, el que s'espera com a explicació científica d'un alumne serà, per una banda, que respongui el que la ciència coneix, les teories o models que ajuden a entendre i interpretar la realitat i per l'altra que estableixi relacions entre els fets o fenòmens que l'envolten i aquestes teories. És a dir que reconegui i expliciti la coherència entre els models o teories i els fenòmens o fets.

***Les explicacions científiques responen a problemes o preguntes que la realitat planteja***

Es pot dir que les explicacions científiques responen a problemes o preguntes significatives, per tant no es pot demanar una resposta científica a preguntes que no estan relacionades amb problemes, o situacions significatives.

En analitzar les qüestions dels llibres de text es troba que moltes i en alguns casos la majoria, o totes les preguntes, són sobre aspectes molt concrets o parcials de les situacions de manera que no poden tenir com a resposta una explicació

Són d'aquest tipus, moltes de les preguntes relacionades amb definicions, descripcions, classificacions o identifications (figura 2.13).

1. *Saps quines característiques tenen els bacteris i els virus?*
2. *Què són els microorganismes?*
3. *Què són les toxines?*
4. *Quines cèl·lules ajuden a destruir els microbis?*

**Figura 2.13.** Preguntes que no tenen com a resposta una explicació científica.

En canvi en relació al mateix tema es poden plantejar moltes preguntes que s'ha fet o es fa la gent al observar determinades situacions i que per respondre-les es requereix la implicació de les explicacions científiques. (figura 2.14).

- *Per què algunes malalties com el xarampió només es pateixen una vegada a la vida?*

- *Per què hi ha malalties que s'encomanen i altres no?*
- *Si les vacunes estan fetes amb els mateixos microbis causants de la malaltia, com és possible que la evitin ?*

**Figura 2.14.** Preguntes que es pot haver fet tothom i que tenen com a resposta explicacions científiques.

Les preguntes significatives, són preguntes que sorgeixen davant de situacions que no es comprenen, i per tant són preguntes que han estat en l'origen de la recerca i el desenvolupament de les teories i models científics, mentre que les preguntes que no es poden respondre amb explicacions, són preguntes que fan referència a categories o definicions específiques que s'han plantejat en el marc de la recerca o l'estudi científic. Són preguntes que no sorgeixen "directament o espontàniament de la realitat".

Si es vol que l'alumnat elabori explicacions en las que hagi de posar en dansa les seves idees i els models o teories científiques, cal primer de tot plantejar problemes o situacions obertes, lligades a situacions reals actuals o històriques. Altrament l'únic que es demana a l'alumnat és que reproduïxi els coneixements que la ciència ha anat elaborant, reforçant una idea de ciència com a conjunt de certeses. (figura 2.15)

Segons Hipòcrates (460-370 a. de C.) i Galé (129-200) les epidèmies es devien a miasmes o vapors verinosos que es formaven sota la influència dels astres i com a càstig diví. Tot i que ja s'havia escampat la idea que les epidèmies es transmetien per contagi d'una persona a l'altre.

- *Quina explicació es dona actualment a les epidèmies?.*
- *Quins coneixements es tenen actualment que no es tenien en la època de Hipòcrates o Galé.?*

**Figura 2.15.** Pregunta que afavoreix la visió de com han anat canviant les explicacions als problemes.

***Les explicacions científiques impliquen una manera de raonar complexa***

El professorat vol que l'alumnat conegui i utilitzi les explicacions científiques, però sobretot vol que l'alumnat aprengui a pensar, que aprengui i prengui l'hàbit de raonar les seves opinions o explicacions.

No es pot deixar de banda aquest objectiu tenint en compte que les formes de raonament intuïtiu, les que condueixen a les idees alternatives, i les formes de raonament científic són dos formes de raonament diferents i en part la dificultat de l'aprenentatge de les ciències és deguda, a aquest fet.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

Les diferències entre les formes pròpies del pensament científic i les del pensament quotidià són entre altres, que mentre el pensament quotidià estableix relacions de causalitat lineal i simple i es fixa sobretot en les situacions de canvi, el pensament científic té en compte les interaccions i relacions de causalitat complexa, posa atenció en els estats de conservació i a més, estableix relacions quantitatives de proporcionalitat, probabilitat, i correlació.

Si l'objectiu es acostar l'alumnat a les formes de pensar més complexes, més pròpies de la ciència, cal que les activitats impliquin aquestes formes de raonar. En canvi al analitzar les activitats dels llibres de text (figura 2.16) hom es troba que en alguns textos, la majoria de preguntes són de tipus declaratiu, i al estar situades en el llibre de text generalment es poden respondre reproduint parts del propi text i per tant no impliquen cap tipus de raonament.

1. *Quines cèl·lules ajuden a destruir els microbis?*
2. *De quines dues maneres els glòbuls blancs lluiten contra els microbis?*
3. *Què és el pus?*
4. *Quin tipus de microorganismes coneixes?*
5. *En quins grups es poden dividir els bacteris?*

**Figura 2.16.** Preguntes que no fan pensar ni raonar, preguntes de tipus declaratiu o reproductiu.

També es troben en els llibres preguntes amb diferent grau de complexitat (figura 2.17.). En aquestes preguntes la complexitat bé donada pel model que cal aplicar o relacionar, el model de la resposta immunitària, en el que hi intervenen cèl·lules (sanguínies i microorganismes), molècules (anticossos), el temps (memòria), interacció (antigen - anticòs,) ..... A més cal relacionar aquests conceptes o models en situacions quotidianes allunyades del context científic (viatge, fumar...)

1. *Per què l'efecte de les vacunes dura més temps que el dels sèrums?*
2. *En els darrers deu anys, els casos de malalties de transmissió sexual provocades per bacteris (la sífilis i la gonocòcia, per exemple) han anat disminuint; en canvi, les víriques van augmentant. Com podem explicar aquesta situació?*
3. *Creus que en igualtat de condicions una persona fumadora té les mateixes possibilitats d'agafar un refredat que una altra de no fumadora? Explica la raó..*

**Figura 2.17.** Preguntes que impliquen la utilització de formes de raonament complexes.

Analitzant les activitats dels llibres de text no es troba una gradació en la dificultat o

Sanmartí, N. ( comp ) ( 2003 ) *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Ed. 62

complexitat de les activitats. Així hi poden haver activitats que no fan pensar gens, al costat d'activitats on s'han d'aplicar models de força complexitat. Falten activitats de dificultat intermèdia.

És possible que activitats on es demani reflexionar sobre els models i les teories (figura 2. 18) o bé relacionades amb els procediments o l'experimentació en la que es basen, poden ajudar en aquesta progressió en la dificultat de les activitats.

1. *Explica amb les teves paraules el significat de les expressions:*

- *Cada antigen té el seu anticòs.*
- *Memòria immunològica.*

**Figura 2.18.** Preguntes que impliquen la reflexió sobre parts del model.

## **b) Com ajudar als alumnes a elaborar bones respostes**

Ajudar als alumnes a elaborar bones respostes no vol dir ajudar a fer *respostes correctes*, Ajudar a fer bones respostes vol dir plantejar preguntes que impliquin que l'alumnat posi en dansa els seus coneixements, les seves idees i els coneixements científics que es volen treballar i que les comuniqui a través de l'elaboració d'un text..

És possible que si es plantegen preguntes reproductives en el marc del treball a l'aula i amb el llibre de text les respostes estiguin bé i que en canvi si es plantegen preguntes que impliquin un text on s'hagi de relacionar les pròpies idees, els coneixements teòrics en diferents situacions, sigui més difícil tenir una resposta del tot correcte.

Per afavorir la construcció del propi coneixement caldrà plantejar activitats on es tinguin en compte:

### *i) Preguntes significatives i contextualitzades*

Plantejar activitats que tinguin sentit per l'alumnat i que les preguntes siguin "significatives" des del punt de vista de la construcció de la ciència, per això cal que siguin preguntes emmarcades en un context proper a l'alumne o bé preguntes que han tingut un paper important en algun moment de la construcció del coneixement.(figura 2.19

- *A finals del segle XIX quan van començar a aplicar-se les vacunes, la gent no s'explicava com podia ser que una injecció feta amb els mateixos microbis que provoquen la malaltia, la previnguin o impedeixin el seu desenvolupament. Pensa i escriu l' explicació actual a aquest problema.*
- *Els darrers any s'han posat de moda els "piercing". És una pràctica que segons*

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

*les autoritats sanitàries pot ser perillosa per a la salut. A Catalunya s'ha fet una normativa que han de complir els centres on es practica "piercing" i "tatuatges".*

*Fes un escrit per la revista del IES on s'expliquin quins poden ser els perills d'aquesta practica i quines creus que han de ser les normes higièniques que s'haurien de complir per evitar riscos.*

**Figura 2.19.** Preguntes que poden tenir significat per l'alumne o que han sigut significatives.

### **c) Activitats en torn al treball experimental, l'anàlisi de dades**

Per evitar les preguntes de tipus reproductiu a l'hora d'introduir o estructurar nous coneixements es pot plantejar activitats relacionades amb els resultats de l'experimentació i la recollida de dades (taules de dades, gràfics etc.) o també activitats on l'alumne hagi d'aplicar procediments de tractament de la informació, elaboració de fitxes, redacció d'informes.

Aquest tipus d'activitat permeten plantejar activitats de diferent nivell de dificultat, afavoreixen una visió de ciència construïda a partir de l'anàlisi de dades i l'experimentació i a més com el context està ben definit l'alumne pot representar-se millor el que se li està demanant, és a dir el nivell de la resposta. (figura 2.20)

1. Aquí tens informació sobre algunes malalties infeccioses més comunes en el món. (es presenten exemples de fitxes sobre algunes malalties)
  - *Determina com està organitzada la informació en totes les fitxes.*
  - *Elabora una fitxa, amb la mateixa organització, per a aquestes malalties: tuberculosi, tifus, salmonel·losi.*
  - *Agrupa les malalties (inclou-hi les tres de la qüestió anterior) segons l'aparell que afectin.*
2. *A partir dels resultats d'una anàlisi de sang*
  - *Compara els valors de cada analítica amb els de la taula.*
  - *Esbrina quins paràmetres no són correctes. Pensa i escriu quin trastorn poden indicar*
  - *Esbrina per què les noies tenen una certa tendència a tenir el nivell de glòbuls vermells per sota del nivell considerat correcte.*
  - *Reflexiona sobre la utilitat de les analítiques: Per què els metges demanen als*

*seus pacients que es facin una analítica de sang? Quins altres valors, a més dels indicats, es poden demanar en una analítica de sang?.*

**Figura 2.20.** Activitats relacionades amb el tractament de la informació o de dades experimentals.

**Argumentar: aplicar les dades, proves experimentals i explicacions científiques.**

Plantejar activitats en les que calgui discutir, defensar i argumentar les pròpies idees en contextos ben definits on l'aplicació dels coneixements científics sigui útil. (figura 2.21 ).

*1. Aquesta primavera en el gimnàs on va en Joan van fer una “marató” per recollir sang, en Joan no va dubtar a anar-hi però va quedar molt escorregut, quan li van dir que no en podia donar perquè portava un “piercing” al nas.*

*En Joan està tant indignat que vol fer una carta al “Banc de sang “ del Clínic discutint aquesta mesura i argumentant el dret a donar sang de les persones que porten “piercing”.*

*- Imaginat que et trobes en la seva situació, fes l'escrit que enviaries tu.*

*- Ara imaginat que ets el metge responsable del “Banc de sang” , fes l'escrit que respondrà argumentant aquesta normativa.*

*2. En un programa de TV on de tot es fa polèmica, van sortir dos persones que defensaven que les vacunes no eren necessàries, i fins hi tot deien que podien ser perilloses.*

*- Quines informacions, dades o experiències hauria de buscar la periodista per contestar a aquestes persones ?.*

*- Creieu que en un debat sobre un tema com aquest, es poden donar opinions o cal donar arguments?.*

*- Quins arguments utilitzaríeu en aquesta discussió per defensar la eficàcia de les vacunes i la importància per a la salut de les persones.?*

**Figura 2.21.** Activitats on es demana argumentar.

#### **d) Pensar noves preguntes, dissenyar noves activitats de paper i llapis**

No es vol qüestionar la presència de les activitats de paper i llapis a l'aula, al contrari el que es vol és revaloritzar-les . Són o poden ser bones activitats, poden ser

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
 Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

utilitzades en diferents moments del cicle d'aprenentatge, poden ser plantejades en diferents dinàmiques de classe, grup o treball individual, i poden tenir objectius relacionats amb diferents tipus de continguts científics, conceptes, procediments o actituds.

Ara bé les preguntes o qüestions no poden ser triades d'un llibre o redactades més o menys intuïtivament, cal escollir-les, cal pensar-les i dissenyar-les en funció de l'objectiu, dels continguts, del grup d'alumnes, ...

Les conclusions que poden ajudar a repensar les activitats de paper i llapis es poden resumir en el quadre de la figura 2.22 on es comparen les característiques de les activitats que afavoreixen un aprenentatge de tipus declaratiu i reproductiu i les característiques que han de tenir per afavorir l'aprenentatge de les ciències, entès com un procés de construcció en el que tant important són les idees científiques com el procés que ha portat fins a elles, procés en el que la forma de pensar i la comunicació tenen un paper fonamental..

<b>En front a</b>	<b>Es proposen</b>
Activitats amb un text curt, amb preguntes directes o formes imperatives i sense una introducció que doni sentit a la tasca.	Activitats en torn a situacions en un context ben definit, que faciliti el reconeixement de l'objectiu del text, aquí va dirigit, quina finalitat té...
Activitats amb forma i llenguatge semblant al text del llibre, que promouen la reproducció sense comprensió.	
Activitats de tipus reproductiu, per introduir nous coneixements.	Activitats relacionades amb el treball experimental, tractament de dades, discussió de resultats, etc.
Activitats que poden tenir diferent nivell de resposta	Activitats plantejades en un context ben definit i on si cal s'expliciti la necessitat d'establir relació amb la teoria o les explicacions científiques. (es doni pistes).
Activitats o preguntes sobre aspectes concrets o parcials definits en el context acadèmic o científic.	Activitats que plantegin preguntes sobre situacions o problemes reals, amb la seva globalitat o complexitat.
Activitats que afavoreixen una idea de ciència "dogmàtica" com a	Activitats que afavoreixen una idea de ciència que es va construir a través de la discussió i

conjunt d'afirmacions.	l'argumentació en relació a noves informacions, dades, nous problemes.
------------------------	--

**Figura 2.22.** Quadre comparatiu entre les activitats reproductives i les que afavoreixen l'aprenentatge .

En definitiva es tracta de proposar als alumnes activitats que afavoreixen la “construcció o transformació” del seu coneixement, plantejant situacions que permetin o provoquin noves formes de pensar i la utilització de nous i diversos recursos comunicatius. Amb l'objectiu d'acostar els alumnes a la comprensió tant de les explicacions que la ciència ha construït com al procés que ha portat a elles.

### **e) Les preguntes que es formulen a partir de l'experimentació**

Les pràctiques de laboratori s'acostumen a presentar a l'alumnat en situacions diverses i des de diferents enfocaments educatius amb més o menys encert. De vegades es duen a terme pràcticament desvinculades del coneixement teòric com a introducció a tècniques experimentals. En altres casos es realitzen amb la intenció que els alumnes elaborin teoria com si fossin científics. En altres són utilitzades com a estratègia per demostrar determinats coneixements teòrics. També es poden presentar vinculades a la teoria, en una situació de classe de ciències on no es separa la teoria de la pràctica sinó que ambdues es presenten fortament relacionades.

En el primer cas, es perfila un escenari amb uns alumnes que executen uns procediments –normalment lliurats pels professors- i s'utilitzen una sèrie d'instruments. En el segon, mitjançant l'execució d'uns procediments i la utilització d'uns instruments, i a partir d'una sèrie d'observacions i de la resposta a algunes qüestions, es pretén que l'alumnat elabori teoria. En el tercer, la teoria està suposadament elaborada i sembla que només calgui un procediment, uns instruments i una sèrie de qüestions per convèncer l'alumnat sobre la validesa dels coneixements transmesos. En l'últim, l'alumnat disposa d'uns models teòrics per interpretar les accions que du a terme, els instruments que utilitza i els fenòmens que es produeixen, aprenent a fer i a interpretar simultàniament.

En qualsevol d'aquests casos, s'identifiquen tres elements que formen part de la pràctica experimental: l'acció, els instruments i els fenòmens. Durant l'experimentació es realitzen unes accions, s'empren uns instruments i es provoquen uns fenòmens. L'acció s'associa a la manipulació i per tant al procediment de la pràctica. Els instruments fan possible l'acció i la condicionen. Els fenòmens són conjunts de fets que responen a característiques similars.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

Els tres elements es relacionen i s'influeixen mútuament, facilitant uns aprenentatges concrets. No obstant això, no és gaire freqüent que el professorat sigui conscient d'aquests elements i de la importància de la seva interacció. Les relacions que s'estableixen, fins i tot la manca de relacions, condicionen els aprenentatges.

Per exemple, hi ha diversos mètodes per determinar la densitat dels líquids. Si utilitzem una balança per mesurar la massa d'un líquid i una proveta per mesurar-ne el volum, calculem la densitat com un quocient entre massa i volum i el concepte de densitat s'associa a una relació de proporcionalitat. En canvi si disposem d'un densímetre, la mesura de la densitat és directa i els diferents valors de densitats dels diferents líquids es poden associar a les diferents forces ascensionals que aquests exerceixen sobre un mateix objecte. Igualment la utilització d'un densímetre gairebé obliga a explicar el seu disseny basat en el principi d'Arquímedes i en les forces d'empenyiment a l'àmbit dels equilibris hidrostàtics. Contràriament, si utilitzem un granatari, tot i que pot ajudar a entendre equilibris estàtics i la llei de la palanca, no és tan fàcil d'establir la relació entre la densitat i l'instrument.

Les pràctiques de laboratori, enteses no com a episodis aïllats o com a una sèrie d'activitats sense relació entre elles, sinó com a una sèrie d'experiències apropiadament seleccionades i seqüenciades, poden ser interpretades d'acord amb algun model teòric que prèviament s'ha presentat a l'alumnat i que connecta amb els seus coneixements previs. En aquesta situació de classe de ciències l'alumnat pot aprendre 'a fer' i a interpretar les seves accions i els fenòmens que tenen lloc durant la manipulació d'acord amb els models teòrics que li proporciona el professorat, reforçant-los alhora.

Per aprendre a 'fer' i a 'interpretar' cal representar-se les accions que es fan, els instruments que s'utilitzen i els fenòmens que tenen lloc o que són la base del disseny de l'instrument, i començar a establir relacions entre els tres elements. Per aconseguir-ho, cal anar desenvolupant habilitats cognitivolingüístiques. Sobre tot les de *descriure*, *justificar* i *argumentar*. Al final, tot acaba tenint sentit, establint-se una relació coherent entre la teoria i la pràctica.

*Què entenem per plantejar bones preguntes a partir de l'experimentació*

Una bona pregunta, plantejada en un context experimental, és la que permet avaluar si l'alumnat ha fet la connexió entre els tres elements esmentats. Ha de ser, com les que es plantegen des d'altres situacions, productiva, contextualitzada, incloure 'pistes' que ajudin a l'alumnat a elaborar les seves respostes i reclamar l'activació d'alguna habilitat cognitivolingüística.

El context de les preguntes que es formulen a partir de l'experimentació és l'*escenari* que es presenta a la pregunta. L'*escenari* ha de ser diferent, mai igual, a la pràctica experimental realitzada a classe.

Sanmartí, N. ( comp ) ( 2003 ) *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Ed. 62

Les ‘pistes’ s’han de referir a la representació de l’acció, a la representació de l’instrument i a la representació del fenomen. En el cas que l’habilitat cognitivolingüística demandada sigui la de *justificar* cal incorporar a l’enunciat un indicati del model teòric en base al qual s’ha de realitzar la justificació.

Les preguntes que tenen únicament per objectiu el desenvolupament d’una de les representacions inclouen només a l’enunciat l’indici que fa referència a aquesta representació. Mentre que les preguntes que promouen la relació entre dues representacions han d’incloure indicis d’ambdues. Així mateix, les que promouen la relació entre la representació de l’acció, la representació de l’instrument i la representació del fenomen han d’incloure indicis de les tres representacions.

Els indicis poden presentar-se més o menys desenvolupats. Poden ser des d’una sola paraula fins a un paràgraf que gairebé mostri una representació d’algun dels tres elements. Igualment, la demanda de l’habilitat cognitivolingüística pot ser més o menys explícita.

Per exemple, si es demana a l’alumnat que defineixi l’equilibri tèrmic (figura 2.23), normalment respon mostrant únicament la seva representació d’aquest fenomen, tot i que algun alumne la pot relacionar amb l’acció executada i els instruments utilitzats en pràctiques fonamentades en la transferència d’energia entre cossos a diferents temperatures.

**Pregunta 1**

*Defineix l’equilibri tèrmic*

**Figura 2.23:** Pregunta no contextualitzada amb indicis de fenomen

En canvi, si l’enunciat d’una pregunta, també relacionada amb l’equilibri tèrmic, inclou indicis de la representació de l’instrument i del fenomen (figura 2.24), el més probable és que els alumnes relacionen a les seves respostes l’instrument al que es refereix l’enunciat amb els indicis de fenomen. En aquesta pregunta concreta el mateix nom de l’instrument (el calorímetre) constitueix la ‘pista’ de l’instrument. La fórmula de càlcul proposada constitueix l’indici de representació del fenomen; entenent la fórmula com un resum d’un cas concret d’equilibri tèrmic. Per poder respondre-la, l’alumnat ha d’escriure raons a favor o en contra de la fórmula, argumentant la resposta.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

## **Pregunta 2**

**Per a determinar el calor específica d'un líquid amb un calorímetre s'ha utilitzat la següent fórmula :**

$$C = \frac{M (t_1 - t_e)}{m(t_e - t_a)}$$

M = Massa del líquid calent

$t_1$  = temperatura del líquid calent

$t_e$  = temperatura d'equilibri

$t_a$  = temperatura ambient

m = massa del líquid fred

Raona detalladament la idoneïtat de la fórmula per aquest tipus de determinacions.

**Figura 2.24:** Pregunta contextualitzada amb indicis de l'instrument i del fenomen.

En el cas d'una pregunta, també relacionada amb l'equilibri tèrmic, amb indicis de la representació dels tres elements (figura 2.25) es promou que l'alumnat estableixi relacions entre el fenomen, l'acció i l'instrument. En aquest exemple es demana una justificació i, per tant també es donen pistes sobre el model teòric a utilitzar ( el principi de conservació de l'energia i el concepte d'equilibri tèrmic). En aquest exemple mes que un indicati de la representació de l'acció es lliura a l'alumnat una representació de l'acció. La fórmula proposada constitueix com a l'exemple anterior, un indicati d'un fenomen de transferència d'energia. La referència a un vas de precipitats i a un calorímetre constitueixen dos indicis dels instruments relacionats amb les accions enumerades i amb el fenomen exposat a la fórmula.

<b>Pregunta 3</b>
<i>Per determinar la calor específica d'un líquid problema s'ha tingut en compte el principi de conservació de l'energia i el concepte d'equilibri tèrmic, i com a conseqüència s'ha redactat el següent procediment:</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Posar en un vas de precipitats una massa coneguda de líquid problema (m)</li><li>- Introduir en el vas un termòmetre i prendre nota de la temperatura (<math>t_a</math>)</li><li>- Escalfar una massa coneguda d'aigua desionitzada(M) fins a uns 80 °C (<math>t_1</math>)</li><li>- Afegir l'aigua calenta al vas de precipitats amb el líquid problema</li><li>- Observar el termòmetre i anotar la màxima temperatura assolida (<math>t_e</math>)</li><li>- Aplicar la fórmula de càlcul: <math display="block">C = \frac{M(t_1 - t_e) - m_0(t_e - t_a)}{m(t_e - t_a)}</math></li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Quins inconvenients presenta aquest procediment? Justifica detalladament la resposta.</li><li>b) Per què la utilització d'un calorímetre millora l'exactitud del resultat? Justifica detalladament la resposta.</li></ul>

**Figura 2.25 :** Pregunta contextualitzada amb indicis de l'acció, l'instrument i el fenomen.

### **Dificultats en la formulació de preguntes experimentals**

La dificultat principal per formular preguntes a partir de les quals els alumnes puguin establir relacions entre els tres elements no radica tant en l'elaboració en si, sinó en la capacitat de crear una situació de classe de ciències en la que la teoria i la pràctica es tracten a la vegada, fent explícita la relació entre ambdues. Per començar, nosaltres mateixos -suposadament experts- hem de superar la falta de tradició d'enfocaments educatius d'aquest tipus. Hem de posar-nos a prova i valorar si som capaços d'explicar com el procediment de les pràctiques seleccionades està condicionant per les prestacions tecnològiques de l'instrument utilitzat i pel coneixement teòric del fenomen que es manifesta durant la manipulació. A mesura que aprenem a establir aquestes relacions, les podem anar ensenyant i crear una situació on l'aprenentatge és significatiu i gratificant.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

Un altre problema és la dificultat present en algunes pràctiques en relació al reconeixement de l'instrument, i per tant la dificultat que tenen els alumnes per identificar els indicis d'aquesta representació a l'enunciat de les preguntes que els fem. Si posem per cas unes balances, un termòmetre o un pH-metre, no tenim cap dubte sobre la identitat de l'instrument; es tracta d'instruments convencionals dissenyats amb la finalitat d'un ús determinat. En altres casos no és tan senzill, cal reconèixer com a tals muntatges o estris que habitualment tenen funcions auxiliars.

Per exemple, si per estudiar la solidificació de l'aigua fem servir una mescla d'aigua amb sal, és més difícil que els alumnes reconeguin que la mescla frigorífica està actuant com a mitjancera del fenomen, forçant la transferència d'energia des de la mostra d'aigua a temperatura ambient fins la pròpia mescla. Un cas similar es dona a la pregunta posada com a exemple a la figura 2.25. Aquí cal representar-se dos instruments per poder respondre la pregunta: el vas de precipitats com a instrument no convencional i el calorímetre com a instrument convencional. El vas de precipitats limita la transferència d'energia entre el líquid problema i l'aigua d'una manera diferent a com la condiona la utilització d'un calorímetre. Generalment, els alumnes presenten certes dificultats per reconèixer la funció d'instrument que adopta el vas de precipitats en l'escenari de la figura 2.25, i poques per entendre el paper que hi juga el calorímetre.

### ***Exemples d'activitats per ajudar als alumnes a elaborar bones respostes***

Donar resposta a les preguntes basades en l'experimentació requereix prèviament l'aplicació d'activitats que fomenten les relacions entre la pràctica i la teoria. La seva selecció depèn del nivell educatiu de l'alumnat i en algun cas de les necessitats especials de cada alumne

- a) Per ajudar a l'alumnat a començar a relacionar la pràctica amb la teoria en el transcurs de l'activitat experimental és útil la utilització per part de l'alumnat de l'esquema d'anàlisi de la figura 2.26. Mitjançant la resposta a una sèrie de preguntes com *què tinc*, *què faig*, *què passa*, *per què passa*, es facilita la reflexió sobre allò que passa durant l'activitat experimental i la seva justificació.

<b>Què tinc?</b>	<b>Què faig</b>	<b>Què passa</b>	<b>Per què passa?</b>
Enumeració d'objectes, material, reactius, aparells,	Descripció del procediment de la pràctica .	Descripció de les observacions efectuades	Justificació de les observacions efectuades a partir

**Figura 2.26:** Esquema d'anàlisi de pràctiques experimentals. Activitat d'iniciació.

En escriure *què faig*, ens estem representant com es fa o com es dissenya una pràctica experimental, estem descrivint la nostra representació de l'acció. Quan escrivim *què passa* o què passarà com a conseqüència d'haver actuat sobre un material, substància, objecte, etc., amb una sèrie d'instruments, estem descrivint la nostra representació del fenomen que provoquem. Si a més, donem resposta a *per què passa*, estem escrivint una justificació d'allò que passa; estem justificant la relació entre els instruments utilitzats, el procediment seguit i la teoria que fonamenta el disseny de l'instrument i la interpretació del fenomen.

A la figura 2.27. es mostra un exemple d'anàlisi d'una pràctica corresponent a la determinació de la calor específica d'un metall.

Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit  
 Conxita Márquez, Montserrat Roca, Antònia Via

Què tinc?	Què faig?	Què passa?	Per què passa?
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un cargol de ferro.</li> <li>- Un fil.</li> <li>- Un calorímetre amb equivalent en aigua conegut.</li> <li>- Aigua desionitzada.</li> <li>- Unes balances.</li> <li>- Dos termòmetres.</li> <li>- Un vas de precipitats.</li> <li>- Una placa calefactora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso 200g d'aigua desionitzada i la trasvasso al calorímetre (m).</li> <li>- Prenc nota del valor de l'equivalent en aigua del calorímetre (<math>m_0</math>).</li> <li>- Tapo el calorímetre, introdueixo el termòmetre, espero uns minuts i mesuro la temperatura (<math>t_a</math>).</li> <li>- Agafo el cargol de ferro i el peso (M).</li> <li>- Lligo el cargol amb un fil i amb l'ajuda d'un suport, l'introdueixo en un vas de precipitats que conté aigua de l'aixeta.</li> <li>- Escalfo el vas amb el cargol a la placa fins que la temperatura arribi a uns 90°C i prenc nota de la temperatura (t).</li> <li>- Trenc el cargol de l'aigua i l'introdueixo al calorímetre, tapant ràpidament i agitant suaument amb la vareta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema calorímetre-aigua està a una temperatura determinada.</li> <li>- El cargol de ferro, una mica calent, està a una temperatura superior a la del sistema calorímetre-aigua.</li> <li>- En posar en contacte el cargol amb el sistema calorímetre-aigua, s'observa que la temperatura del conjunt calorímetre-aigua-cargol de ferro va</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perquè es produeix una transferència d'energia entre el cargol calent (cos calent) i el sistema calorímetre-aigua (cos fred) fins assolir l'equilibri tèrmic.</li> </ul>

**Figura 2.27:** Exemple d'aplicació de l'esquema d'anàlisi de pràctiques experimentals.

b) Per ajudar a l'alumnat amb certa experiència en la pràctica experimental a reflexionar a sobre les relacions entre l'acció, l'instrument i el fenomen, es pot incloure a l'informe de pràctiques un apartat que en faci referència explícita. A la figura 2.28 es mostra un exemple dels subapartats que pot contenir l'apartat que anomenem fonament. Aquest acostuma a contenir: la teoria associada a la pràctica, una descripció detallada de l'instrument de mesura o muntatge i les seves característiques tècniques juntament amb el fenomen en que es basa el seu disseny. En afegir a l'informe de pràctiques el subapartat "Relació fenomen/ procediment/ instrument" , estem ajudant a aprendre a justificar la relació entre el procediment executat, les característiques de l'instrument i el fenomen que es manifesta.

<b>Fonament</b>	Definició de la propietat mesurada
	Descripció de l'instrument de mesura o muntatge
	Relació fenomen/procediment /instrument

**Figura 2.28:** Incorporació de la relació entre els tres elements als informes de pràctiques.

Aquesta activitat ha estat útil per millorar les respostes de l'alumnat en relació a les preguntes experimentals. Per exemple, en definir la densitat, descriure el densímetre i en explicitar la relació entre el fenomen en que es basa el disseny de l'instrument, les característiques de l'instrument i el procediment d'utilització del densímetre, es pot respondre preguntes del tipus mostrat a la figura 2.29.

El tècnic d'un laboratori de control de qualitat ha de mesurar la densitat d'una mostra de líquid desconegut. Per fer-ho, disposa d'una bateria de densímetres i una proveta. En submergir un densímetre de rang  $0,90- 1,00 \text{ g/cm}^3$  a la proveta que conté el líquid problema, troba que s'enfonsa,

Digues quina graduació hauria de tenir un densímetre apropiat per la mesura de la densitat d'aquest líquid. Justifica la resposta utilitzant el principi d'Arquímedes i el concepte d'equilibri hidrostàtic.

**Figura 2.29:** Pregunta que promou la relació entre teoria i pràctica.