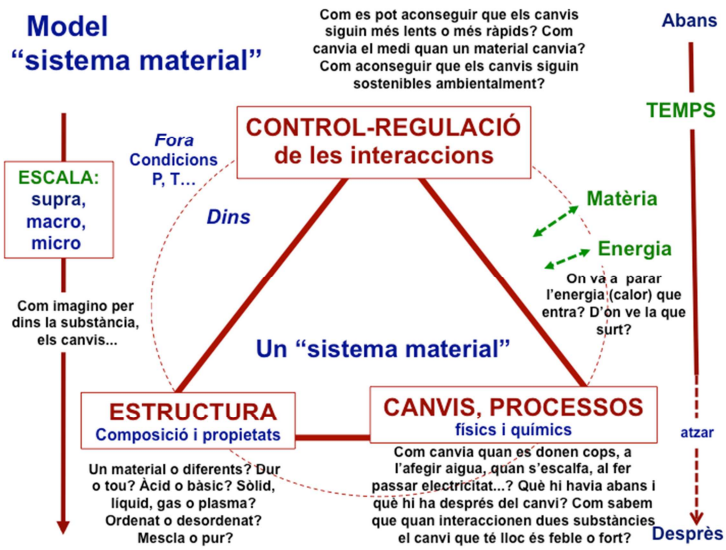
## Model per interpretar sistemes materials

### a) Idees clau

En aquest apartat del document es recull una proposta orientativa de programació al voltant de l'estudi dels "Sistemes materials" a l'etapa d'infantil i primària. És exhaustiva per tal que l'escola pugui decidir com distribueix els continguts al llarg dels cicles i cursos. I cada mestre pugui escollir els que treballa i a quin nivell d'aprofundiment en funció de les característiques i interessos del seu alumnat.

El model per aprofundir en l'estudi dels "sistemes materials" es treballa a tots els cicles i s'aprofundeix, en espiral i manera interrelacionada, en les idees següents:




- La seva *estructura* tot reconeixent quina és la seva *composició* (les substàncies que en formen part i com estan distribuïdes, per exemple, en un objecte, una mescla...), i les *propietats* (com són i com es comporten).
- Els *canvis* que tenen lloc a l'interaccionar els materials que formen el sistema, que poden ser deguts a interaccions dèbils (físiques) o fortes (químiques), reconeixent quines eren les substàncies que hi havien abans del canvi i després, i en què han canviat (encara que les substàncies siguin les mateixes). També que la matèria (la massa, els elements, els àtoms...) es conserva a llarg dels canvis i que aquests canvis són cíclics (cicle de l'aigua, del paper, del $CO_2$...).
- Les *interaccions matèria-energia* entre el sistema i el seu entorn, identificant què entra i què surt i com es *controla-regula* el canvi (per exemple, la seva velocitat) en funció de variables com la temperatura, la pressió o la quantitat de les substàncies que interaccionen.
- El *temps*, incidint en el *cicle* del material, és a dir, com podem tornar-lo a tenir a partir de la reflexió sobre *d'on ve* (l'aigua, el paper, el $CO_2$...) i *a on va* en cadascun dels canvis que possibiliten tancar el cicle.
- L'*escala* a la que ens referim quan analitzem un sistema material, diferenciant entre el nivell "supra", que correspon quan els materials els observem en un medi determinat (paisatge, màquina, objecte...), "macro", que correspon a les observacions fetes d'un material concret a ull nu o amb la lupa, i el nivell "micro", que és el que correspon a com ens imaginem la matèria per dins (discontínua). Actualment també parlem del nivell "nano", entre el macro i el micro. Per poder explicar tant la composició d'un material com les seves propietats i canvis hem d'imaginar-nos com és aquest material per dins i, per tant, interrelacionar escales diverses.

## b) Seqüenciació al llarg de l'escolaritat bàsica

En relació al model en els diferents cicles s'aprofundeix en:

- En un *primer estadi* els alumnes aprenen a descriure materials a partir de propietats observables a ull nu. També diferencien entre objecte i material i reconeixen si un objecte està format per un material o diversos. Poden explicar canvis en funció d'accions que fan (fer força –prémer, estirar-, barrejar amb aigua, escalfar, apropar un imant...) i d'algunes propietats dels materials (tous/durs, solubles/no solubles...). I poden començar a expressar d'on prové algun material que forma part d'un objecte o utilitzem (la farina del pa, la fusta d'un moble, la sal...).
- En un *segon estadi* els alumnes comencen a descriure materials a partir de propietats que poden mesurar (massa, volum, temperatura) o que necessiten comparar (més dens o menys dens que...). Reconeixen diferències en quan a propietats entre sòlids, líquids i gasos (conservació de la forma, fluïdesa, comprensibilitat...) i que un mateix material el poden observar amb formes diferents (fusta i serradures, ferro i llimadures). També diferencien entre un material homogeni i heterogeni, i expliquen interaccions entre substàncies (en una dissolució, l'aigua interacciona amb els soluts, un imant interacciona amb el ferro però no amb d'altres metalls...). I poden fer el seguiment d'un material, en diferents passos, des de la matèria primera a l'objecte final (de la llavor del blat al pa, del fruit del cotó a una samarreta, d'un mineral de ferro a una clau...). Comencen a imaginar-se els materials formats per moltes "parts", que són molt petites i que poden estar més fortament unides o menys (en el ferro la unió és forta perquè costa molt trencar-lo, en l'aigua no tant perquè es pot "trencar" o separar en gotes).
- En un *tercer estadi* comencen a aprofundir en propietats dels materials i les observem fent experiments (el paper es degrada per acció de la llum, de l'aigua o de la calor; la temperatura de fusió o d'ebullició és una propietat característica de cada substància ja que no depèn de la quantitat que tinguem...) o sistemes de mesura que impliquen ordenar (per exemple, la duresa). En una mescla de sòlids i líquids diferencien si el resultat és una solució o una mescla heterogènia, poden separar mescles (filtrant, decantant, evaporant...) i ho saben relacionar, per exemple, amb mètodes per depurar l'aigua. Reconeixen els canvis d'estat que tenen lloc al llarg del cicle de l'aigua i el poden representar, tancant-lo, tant el cicle natural com l'urbà. Poden comprendre que, per exemple, la quantitat d'aigua que hi ha a l'Univers és sempre la mateixa, però que si l'embrutem, ens cal molta energia per tornar-la a tenir apte pel consum humà. Utilitzen la idea de que la matèria és discontinua i formada per partícules per explicar canvis (dissolució, evaporació, filtració...), tenint en compte la grandària (per ex. són molt petites perquè poden passar pels porus d'un paper de filtre) i possibles interaccions entre elles.
- En un *quart estadi* (final de primària) ja seran capaços d'identificar propietats físiques (com la conductibilitat o no de la calor i l'electricitat) en materials d'ús quotidià (plàstics, de construcció, metalls...), i químiques com l'acidesa, i l'oxidació o la combustió, etc. Poden seguir i tancar el cicle d'un material, pensant en què passa des de la matèria primera fins que el considerem un residu. Utilitzen la idea que la matèria és discontinua i formada per partícules per explicar propietats (cristalls o no cristalls) i canvis (oxidació, per exemple), tenint en compte com les partícules poden estar distribuïdes (de forma ordenada o no, un o més tipus...), abans i després del canvi.

## c) Aprofundiment en les idees bàsiques i en les “bones” preguntes

A la naturalesa trobem un gran nombre de materials que tenen propietats molt diverses i que canvien a l’exercir diferents accions. En aquest apartat es fa un breu resum de les idees bàsiques a treballar per explicar aquestes propietats i canvis, idees habituals de l’alumnat a revisar i possibles “bones” preguntes que ajudin a la construcció les idees al voltant de l’estudi del model “matèria”.

**a) Material i propietats:** En tot material es poden observar i identificar dos grans tipus de propietats:

*Propietats característiques o intensives* que depenen del material però no de la seva quantitat (cada substància pura les té diferents d’altres i la caracteritzen). Aquestes propietats es mantenen quan el trenquem, l’esmicolem, fem barreges...: *gust, color, olor, densitat, duresa, mal•leabilitat, solubilitat, conductivitat del calor o elèctrica, reactivitat química, grau d’acidesa, estat a una temperatura determinada*...

*Propietats no característiques o extensives* que no depenen del material però sí de la quantitat de matèria: *massa i volum* (dos materials diferents poden tenir la mateixa massa o volum i un mateix material pot tenir diferent massa i volum).

En aquestes edats no cal entrar en diferenciar entre material i matèria. Es diu que l’Univers està constituït de matèria i energia, i s’oposa la idea de matèria a la “d’esperit” (una de les dificultats dels alumnes -i històriques- és reconèixer que la llum i la ‘calor’ no són matèria sinó formes diferents de manifestar-se l’energia, tot i que en sentit estricte l’energia està formada per fotons -un tipus de partícules-).

També cal tenir en compte que sovint s’utilitza la paraula ‘substància’ com a sinònim de ‘material’. Considerem que seria preferible utilitzar el concepte de substància per als materials purs mentre que el de material seria més ampli, ja que inclouria les substàncies i les mescles.

El concepte de matèria i de les seves propietats es va construint a partir de l’aplicació d’accions sobre els materials: trencar, esmicolar, ratllar, vessar, transferir, bufar, aspirar, barrejar, escalfar, atreure amb un imant... Si costa de ratllar diem que és *dur*, si li podem donar forma sense que es trenqui diem que és *mal·leable*, si se’n va al fons de l’aigua d’un got és que és més *dens* que l’aigua, si es ‘trenca’ amb l’aigua és *soluble* i la mescla queda transparent, si ‘pica’ a la llegua és *àcid*...

Exemples d’activitats i preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- **Descriure materials:** *Com és ...? Quines sensacions tens (què es nota) al fer una acció? Què comprovem al fer sevir un instrument? Què passa a l’apropar un imant al ferro? I a la fusta? Com notem que hi ha aire al nostre voltant? La llum és matèria, pesa?. I la calor? I l’aire? I l’aigua? …. Quina diferència hi ha entre un cristall i un vidre? El ferro és gris o està pintat de gris?*
- **Identificar materials per les seves propietats:** *Com saber si és ferro o alumini? Si té un determinat olor, gust, color..., podem saber quin material és? Si té una determinada forma, grandària.., podem saber quin material és? Té la mateixa densitat l’aigua que l’oli? Com ho podem saber? Sura o no en aigua? Es dissol o no...? Com podem diferenciar la sal i el sucre, sense provar-los? Quines propietats de l’aigua la fan tan útil per rentar? Per què utilitzem cables de coure perquè circuli el corrent elèctric i no fils de plàstic? Tots els sòls són igualment permeables (filtren l’aigua)? Com ho podrien comprovar?*

- **Agrupar materials:** *Tal i tal material tenen el mateix ... (propietat)? Com ho podem saber? Entre diferents materials, quin és el que és més ... (propietat)? Com ho poden comprovar? En què s'assemblen el ferro i la fusta, l'aigua i l'oli, els diferents tipus de plàstic...? En què es diferencien? L'aigua, el gel i el vapor són el mateix material (substància) o són diferents? Com ho podem saber?*

**b) Material/objecte:** Tots els objectes estan fets a partir de materials. Un objecte pot estar fet amb diversos materials.

Un objecte ve determinat per les seves propietats extensives (massa, volum), mentre que un material per les intensives. Els objectes els podem construir gràcies a les propietats intensives dels materials. Pensem, per exemple, en les propietats del material que ens permeten fabricar un ganivet de ferro i per què no fem ganivets de fusta o de vidre.

Els objectes es poden comptar fàcilment (són discontinus), mentre que els materials els observem com un continu. L'objecte 'gotes d'aigua' són observades discontínuament, mentre que el material aigua el veiem com un continu.

Als alumnes els costa identificar materials idèntics presentats en formes diferents, per exemple, en pols o compacte. També els costa diferenciar entre forma i volum i reconèixer que la massa o el volum poden ser iguals malgrat canviar la forma.

Exemples d'activitats i preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- **Diferència entre objecte i material:** *De quins materials està fet un objecte (joguines, objectes d'ús a l'escola, roba, una bicicleta...)? Quins materials hi ha en un envàs (ex. ampolla de cava –vidre, suro, filferro, paper etiqueta-) Quan es porta a reciclar, s'han de tirar aquests materials als mateixos contenidors?*
- **Usos dels materials:** *Quin material és el que ens pot anar més bé per fer...? Per què utilitzem vidres per les finestres, ...? Quins objectes diferents es poden fer amb fusta, ferro, plàstic, 'goma'...? Quines propietats té la fusta, el ferro, el plàstic, la 'goma'... que les fa tan útils per fabricar aquest objecte? Ens podem imaginar un ganivet de plastilina, una sabata de 'pedra'... Per què els plàstics són uns materials tan útils? Quines propietats els fan útils i quines en no?*

**c) Sòlids, líquids i gasos.** Tradicionalment els materials es classifiquen en aquests estats tot i que també podem parlar de *plasma* com un quart estat de la matèria (a molt alta temperatura). Tot i així la majoria dels materials són difícilment classificables segons aquests estats. Per exemple, parlem de cristall líquid i utilitzem molts gels (flams, gelatina, detergents...), que no es poden identificar ni com a sòlids ni com a líquids.

Sense deixar de banda aquesta classificació, segurament interessa 'jugar' també amb la idea de materials formats per partícules *ordenades o desordenades.* Els materials que en diem ordenats, que donen lloc a cristalls, els podem imaginar formats per partícules situades en un cert ordre, mentre que en els que en diem desordenats –sòlids amorfs, líquids i gasos-, les partícules es distribueixen més a l'atzar. Alguns materials diem que estan entre l'ordre i el desordre i per això parlem, per ex., de cristalls líquids –utilitzats a les pantalles de televisors LCD (Liquid Cristal Display)-.

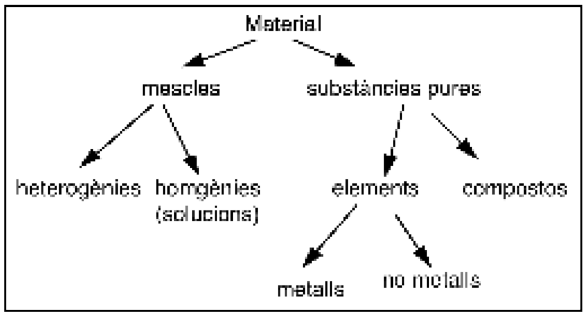
Diferents accions ajuden a construir els conceptes associats als diferents estats. Per exemple, en relació a l'estat sòlid: *agafar, trencar, esmicolar, trossejar*... *Vessar i transferir* per als líquids, Els gasos són els més difícils de conceptualitzar per a l'alumnat ja que com no es veuen, creuen que no hi són o que no tenen massa (no pesen) i no són 'matèria'. *Bufar i aspirar* són les accions que més ajuden a la construcció del concepte i a imaginar l'estructura. També la idea que s'*expandeixen* (un perfum el notem des d'una part de l'habitació a una altra) i que es poden *comprimir*.

Exemples de preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- *Tots els líquids es comporten igual? I els sòlid? I els gasos? En què s'assemblen i es diferencien? Un tros de carn és sòlid o líquid? I un flam? En què em fixo per decidir-ho?*
- *Com podem obtenir un cristall? Com podem fer que sigui més gran?*[1] *Quan es trenca un vidre, quines formes tenen els trossos? I quan es trenca un cristall? Al vidre li podem donar qualsevol forma? I a un cristall de sal li podem canviar la forma de cub? Com? Seran iguals les formes dels cristalls de substàncies diferents? Podem identificar una substància que cristal·litza per la forma dels seus cristalls? Com ens imaginem una substància per dins si és un cristall o si és amorfa (sense forma definida)? Com serà la distribució de les partícules en cada cas? Estaran igualment ordenades?*

**c.4) Mescles i substàncies pures**. Els materials poden estar formats per un sol tipus de substàncies o per vàries. Una substància és tota porció de matèria que comparteix determinades propietats característiques. Normalment l'anomenem *"pura"* per distingir-la de les mescles. Una substància pura pot ser un element o un compost, segons estigui formada per un sol tipus d'àtoms o diversos.

Una *solució (o dissolució)* no sòlida és sempre transparent encara que sigui acolorida, mentre que una mescla heterogènia o un col·loide és opaca i no possibilita veure objectes a través d'ella. L'aire és una solució de gasos i és transparent, mentre que la boira és una mescla (una suspensió col·loïdal) d'aire i gotes molt petites d'aigua i no és transparent.

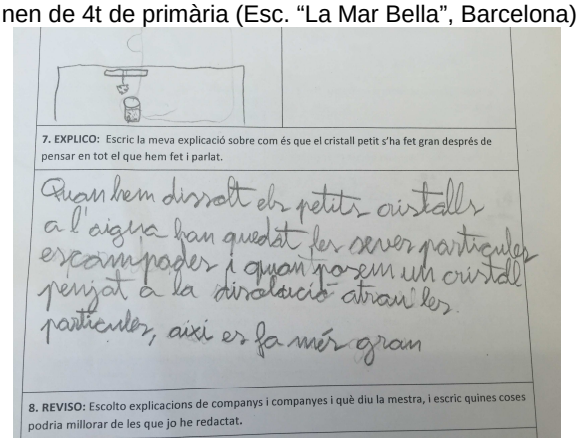



La figura adjunta representa com es classifiquen els materials segons la seva constitució.

Les accions per construir aquests conceptes es relacionen amb el mètodes o tècniques de separació o de formació. Els dos tipus d'accions associats als conceptes –ajuntar i separar- són necessaris per construir els conceptes. Per exemple, ajuntem substàncies i es formen mescles, o bé tenim mescles i filtrem, decantem, destil·lem, fem una cromatografia, atraiem amb un imant... i obtenim substàncies pures.

---

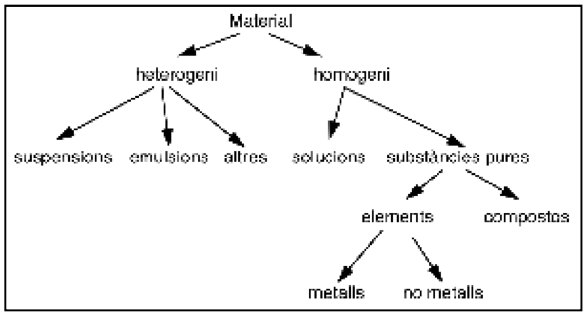
[1] Exemple d'explicació d'un nen de 4t de primària (Esc. "La Mar Bella", Barcelona)


7. EXPLICO: Escric la meva explicació sobre com és que el cristall petit s'ha fet gran després de pensar en tot el que hem fet i parlat.

Quan hem dissolt els petits cristalls a l'aigua han quedat les seves partícules escampades i quan posem un cristall penjat a la dissolució atrau les partícules, així es fa més gran

8. REVISO: Escolto explicacions de companys i companyes i què diu la mestra, i escric quines coses podria millorar de les que jo he redactat.

El grau de dificultat en la construcció d'aquests conceptes bé donat en part per les accions a fer per obtenir-los. Els nivells representats en el gràfic també ens donen un criteri per seqüenciar el seu aprenentatge. En el primer nivell es poden classificar els materials en homogenis i heterogenis només observant a ull nu. Per al segon, cal efectuar canvis de tipus físic (si les interaccions entre les substàncies que el formen són febles) com, per exemple, filtrar, decantar, destil·lar, fer una cromatografia..., i per al tercer calen canvis químics (interaccions fortes) com, per exemple, escalfant fortament o fent una electròlisi.

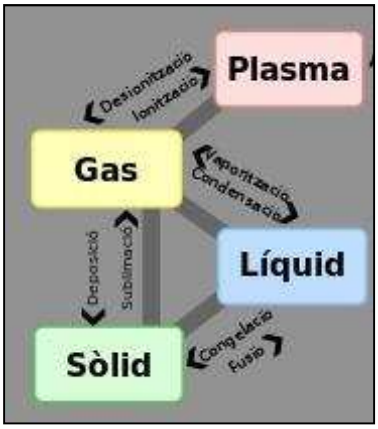



A l'alumnat els costa diferenciar entre una solució i un compost, perquè en els dos casos s'observa com si fos una sola substància. Les diferències bàsiques són que en el cas de les solucions, les substàncies que la formen interaccionen de forma feble i es poden barrejar en diferents proporcions, mentre que en un compost els elements que el formen interaccionen de manera forta i la composició és constant.

Exemples de preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- *Com podem saber si un material està format per una sola substància o moltes? I l'aigua de l'aixeta? I l'aire? Una roca és una substància pura o una mescla? Com ho podem saber? De què estan fets els 'aires' no transparents: boira, fum... ? Tots els 'aires' i totes les aigües són iguals? Què hi ha a l'aigua dels mar, a l'aigua amb gas...? Hi ha aigües netes i brutes? I aires? Com s'embruta l'aigua o l'aire? Per què és important que l'aigua i/o l'aire sigui net? Per què no és bo respirar aire d'un cigarret? Què hi ha en un detergent comercial? On van a parar els seus components quan els mesclem amb l'aigua? Es dissolen en l'aigua? És fàcil separar les substàncies que formen part d'un detergent una vegada barrejades amb de l'aigua?*
- *Com es pot diferenciar entre una solució i una mescla (heterogènia)? Ho podem veure a ull nu si és una cosa o una altra? Podem tenir solucions sòlides?* (aliatges)*. I de gasos?* (aire)*. El paper es dissol en l'aigua? I la farina? Com puc saber si un material és una substància pura o no comprovant el seu punt de fusió? Com separar ingredients del Colacao?*
- *Com podríem separar llimadures de ferro barrejades amb farina? I sal i farina, sorra i aigua, oli i aigua? O obtenir sal de l'aigua de mar i alcohol del vi? Podríem separar la sal de l'aigua filtrant? Per depurar l'aigua, quines tècniques podem utilitzar? I si volguéssim tenir aigua potable, què més s'hauria de fer i comprovar? Per què? Què i com hem de separar tot allò que tirem a les escombraries? Per què cal fer-ho? Què fer amb un objecte que és de plàstic i cartró? O de.. Què serà més fàcil reciclar, un envàs de llet de plàstic o un envàs "tetrabric"? Per què?*

**e) Canvis**. Quan un sistema material canvia, les substàncies finals tenen propietats diferents de les inicials. En tot canvi, la massa es conserva. Els canvis es produeixen a l'exercir accions sobre els materials –donar un cop i trencar o esmicolar, interaccionar amb l'aigua, l'aire o altres materials), escalfar (gràcies al Sol o a qualsevol altre font de calor) o fer passar el corrent



elèctric, ...-. Poden ser més ràpids o més lents i hi ha factors que els poden accelerar.

Tradicionalment s'anomenen com a **físics o febles** aquells que es caracteritzen perquè la substància és la mateixa a l'inici que al final del canvi, tot i que la podem observar com a diferent. És el cas, per exemple, dels canvis d'estat: el gel, l'aigua líquida i el vapor són el mateix material: aigua, i es pot passar d'un estat a l'altre transferint energia en un sentit o en un altre. Cada pas entre estat rep un nom i tots ells són reversibles.

Altres canvis físics o febles interessants per ser estudiats són la dilatació, la difusió i la dissolució.

Quan s'expliquen és interessant parlar de la conservació del material i dels canvis en l'estructura (que impliquen la conservació de les partícules). Per exemple, un material es dilata perquè les partícules es separen (es mouen més ràpidament) i, per tant ocupen més espai (volum), però no perquè les partícules es dilatin.

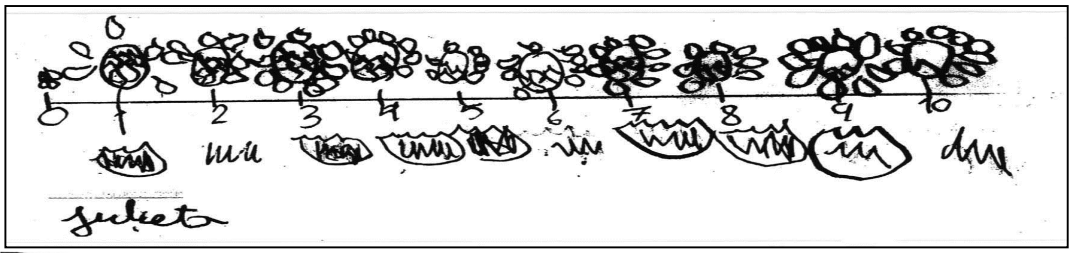
Els nens i les nenes, des de molt petits, poden començar a construir una representació de la conservació de la matèria en els canvis[2].

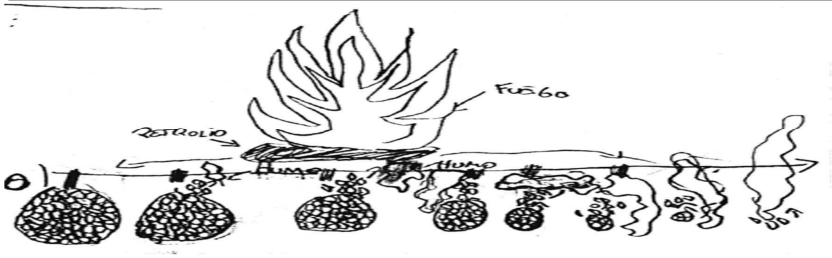
Exemples de preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- *Què penses que passarà al mesclar (farina, sucre, sal...) amb l'aigua, oli, alcohol...? Com expliquem que no en tots els casos observem el mateix? A la barreja continua havent-hi les substàncies que hem mesclat? Com es podria saber? Com s'embruta l'aigua? Què canvia a l'embrutar-la? Per què no hem de tirar l'oli per l'aigüera?*
- *Com canvia un material a l'escalfar-lo? El podem tornar a tenir igual que a l'inici al refredar-lo? Què passa amb la temperatura mentre una substància pura es fon? I amb un vidre? Com és que a vegades s'entelen els vidres?*
- *Com és que una pilota està més "inflada" quan la deixem al Sol? Com funciona un termòmetre d'alcohol? Com és que a l'estiu ens costa més posar o treure un anell que a l'hivern?*
- *Com és que notem un perfum lluny del lloc on està l'ampolla oberta?*

Els canvis **químics o forts** són els que es caracteritzen perquè les substàncies inicials (reactius) són diferents a les que s'obtenen al final del canvi (productes). Pot canviar el color, la densitat, el punt de fusió... Quan cremem fusta, a l'inici teníem cel·lulosa,

[2] Exemples de dues representacions d'alumnes de 7 anys sobre el canvi de l'aigua a l'evaporar-se en els qual es pot comprovar com ja tenen una primera idea de conservació. Aquests alumnes havien fet tot un procés d'imaginar-se la matèria per dins de manera discontínua (mestre: Andrés Acher)





lignina... i oxigen, i al final tenim altres materials (aigua, diòxid de carboni i cendres). La majoria dels canvis químics no són reversibles, com és el cas de l'exemple anterior. Un exemple contrari és el del sulfat de coure que és de color blanc i quan reacciona amb l'aigua és de color blau (sulfat de coure pentahidratat). Reconeixem que ha tingut lloc un canvi químic perquè ha canviat el color. Si l'escalfem tornem a tenir el sulfat de coure inicial (de color blanc).

En aquests canvis la massa també es conserva. És a dir, la massa dels reactius es igual a la dels productes. Al cremar fusta, tot i que sembla que "es perd" matèria, si pesem l'aigua, el diòxid de carboni i les cendres, obtindrem la mateixa massa que sumant la fusta i l'oxigen inicial.

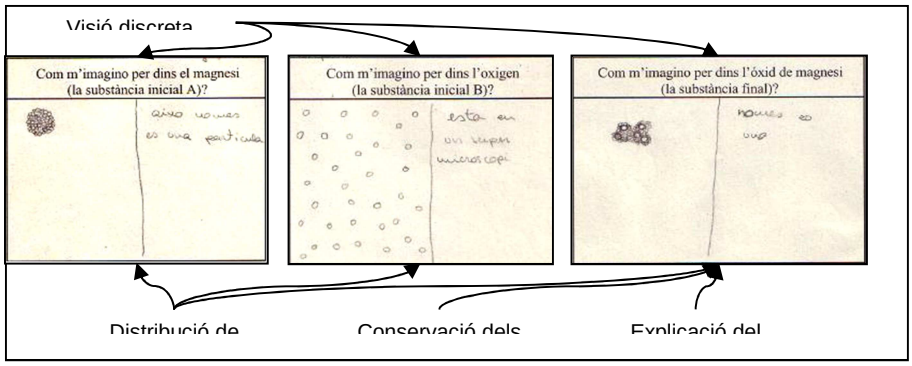
Per explicar un canvi químic o fort no és suficient parlar de 'partícules', cal un subnivell més: les partícules són molècules formades per àtoms. Els àtoms són els mateixos abans i després del canvi, però les molècules són diferents, ja que els àtoms es reorganitzen, combinant-se de manera diferent a l'inicial.

Exemples de canvis químics que tenen lloc en els éssers vius són la respiració, la digestió dels aliments, la fotosíntesi, l'obtenció de iogurt a partir de la llet, etc. Altres canvis químics són l'oxidació dels metalls, l'electròlisi de l'aigua, els focs artificials...

Exemples de preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- *Es podria fer foc sense aire? Què hi ha a l'aire que el fa tan important? Es pot cremar alguna cosa (una espelma) si no hi ha aire? Com apagar un incendi? Per què? Sabent què es necessita perquè es produeixi un incendi –materials combustibles, oxigen i temperatures altes-, com actuar si se'n produís un a l'escola?*
- *Què fa l'aire quan entra al nostre cos? Amb què reacciona? Quins productes s'obtenen? Quina diferència hi ha entre l'aire inspirat i l'expirat? Com ho podem saber? Per què són diferents? Com va canviant el pa quan entra al nostre cos? Com transformar la llet en iogurt? Com és que el iogurt té un gust diferent al de la llet? Com és que si posem una planta en un armari, es torna de color grogós i finalment mor? Què li entra a una planta per fabricar el seu aliment i què li surt? Què fem i què afegim als sòls perquè siguin més adequats per cultivar-hi plantes? Si és molt àcid, que es pot fer?*
- *Per què es rovella el ferro? Com és que cobrim el ferro amb pintura de mini? Al ferro rovellat també l'atreu un imant? Per què? Què creus que es necessita per fer focs artificials? Com expliquem el canvi que observem al cremar magnesi?*[3] *Com obtenir focs de colors diferents? Quines precaucions cal tenir per tal que no es produeixin accidents al manipular petards? Com expliquem que si les tenim en compte no ens fem mal? Al posar una pastilla efervescent a l'aigua surt un gas, com puc saber si s'ha dissolt o s'ha produït un canvi químic? En què ens podem fixar?*

[3] Cremant magnesi (canvi químic) i dibuix d'un alumne de 6è de l'escola Coves d'en Cimany per explicar aquest canvi




**f) Cicle d'un material.** Podem 'seguir la pista' a un material: com el trobem a la natura (i encara podríem anar més enrere per estudiar-ne els seus canvis geològics o biològics), com l'anem transformant per diferents usos, com el deixem d'utilitzar i com torna a formar part de la 'natura' **(cicle del material**). Sempre que hi ha un canvi implica que hi ha una transferència d'energia. L'energia de l'univers es conserva -sempre és la mateixa-, però quan un material canvia l'energia del producte final és de menor qualitat (se n'ha perdut en forma de calor o, el que és el mateix, s'ha degradat). Una excepció molt important és la *fotosíntesi*. En aquest canvi, un dels productes que s'obtenen -els glúcids- emmagatzemen l'energia del Sol.

Els alumnes poden començar a pensar des de petits d'on ve un material que utilitzem i on va. Poc a poc poden anar construint cadenes de transformació, des de la matèria primera als diferents objectes que utilitzen, i reconèixer com un material va canviant per arribar a tancar el cicle. Exemples de cicles que es poden treballar són el de l'aigua[4], el paper[5], el cotó, alguna roca, un aliment... És important reconèixer que la matèria es conserva (l'aigua, l'oxigen...), però que per tancar el cicle en la majoria dels canvis cal transferir energia que es va degradant. Per tant, el problema no es poder tornar a disposar d'un material, sinó l'energia que es necessita per obtenir-lo.

Exemples de preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- *D'on prové el(s) material(s) amb el(s) que s'ha fet un jersei, una moble, una joguina, un envàs, una màquina, el paper....? –Seguim la pista a…. El pa, un teixit, una cullera… què era abans? I abans? I abans?… Com es passa d'una planta a fabricar pa?*
- *Què passa amb un material quan ja no el fem servir? Què li passa al paper, al plàstic, a un metall, al menjar...? Aquesta làmina de ferro –plàstic, paper,*

---

[4] Márquez, C., & Bach, J. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, *15*(3), 280–286. http://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/121419/167869

Márquez, C. (2005). Treballar el cicle de aigua des de la perspectiva dels models explicatius. *Perspectiva Escolar*, *292*, 26–34.

[5] Castelltort, A., & Sanmartí, N. (2006). El cicle del paper: una proposta didàctica per aproximar-nos a la comprensió del problema dels residus. *Ciències*, *4*, 2–6. http://ddd.uab.cat/record/5775

*menjar…-, què era abans? I abans? I abans? … I després, en què es transformarà? I després? I després?… Podríem tornar a l'inici, fer un cicle?*

- *A la natura, hi ha alguna cosa que desaparegui? Com ho podem saber? Quan temps tarda un material en canviar (en fer el cicle)? Tots els materials tarden el mateix? Què és millor per al medi ambient, utilitzar molts envasos i tirar-los als llocs que es recomana o bé mirar d'utilitzar productes que tinguin menys envasos (posar exemples d'anar a comprar)? Per què?*
- *Podem imaginar i explicar la història d'una gota d'aigua a la natura? I a una que arriba a casa nostra? Quins canvis van succeint a la gota? Per què es produeixen aquests canvis? En quins canvis del cicle es necessita 'gastar' energia? Quina diferència hi ha entre l'energia que és necessària pels canvis en el cicle de l'aigua natural i en el cicle de l'aigua que arriba a casa nostra? On va a parar l'aigua que plou? D'on prové l'aigua que surt per una font? A on va a parar l'aigua que tirem per la pica o al wàter?*
- *Amb quins materials està construïda l'escola (o un edifici de Gaudí, o …? D'on provenen aquests materials? Quins canvis han tingut lloc per tal que siguin útils per a la construcció? I en què es transformen al llarg dels anys? Quines són les roques que es van utilitzar com a matèries primeres? Podem seguir la pista als canvis des d'una roca en cada material de construcció? I aquesta roca, d'on prové?*

**g) Estructura de la matèria.** Per poder explicar aquestes propietats i canvis hem d'imaginar-nos de què estan fets els materials, quines 'parts' o partícules els formen, com són aquestes partícules, quantes n'hi ha, com s'ordenen i es reparteixen, com s'uneixen entre elles (**estructura**). La matèria la percebem com quelcom *continu* i per explicar les seves propietats i canvis ens l'hem d'imaginar *discontinu.* No cal que en aquestes etapes els nens i nenes sàpiguen la diferència entre un àtom, una molècula o un ió, ja que n'hi ha prou que es representin que allò que veuen com a continu, està format per parts.

Les partícules (amb els més petits podem parlar de 'parts'):

- Són moltíssimes i molt, molt petites. No es poden veure i per tant, les imaginem. Però a l'imaginar-les podem explicar les propietats i canvis que observem.
- Estan distribuïdes a l'espai, bé de forma ordenada formant cristalls o bé de forma desordenada, més o menys a l'atzar, en el cas dels sòlids amorfs, dels líquids i dels gasos. En el cas del plàstics i les fibres dels teixits formen llargues cadenes i, per tant, es poden doblegar i fer fils, però costarà trencar aquestes cadenes.
- Estan unides entre elles per forces que poden ser més o menys fortes. Si són fortes, serà més difícil trencar (esmicolar) el material (i per tant, serà més dur).
- Es mouen. Quan més calent està un material (més temperatura), més es mouen les seves partícules. Per tant en un gas es mouen més ràpidament que en un sòlid. Si la unió entre elles és més dèbil es poden moure més fàcilment.
- En un canvi feble o físic el nombre de partícules és el mateix abans i després del canvi.

Un material és doncs un sistema format per 'parts' -partícules, àtoms, molècules, ions...- que interaccionen entre elles de forma que les propietats no són de les partícules sinó del conjunt (l'àtom no és 'dur', sinó que el material és dur com a resultat de la manera com interaccionen les seves 'parts'). Unes propietats i canvis es poden explicar només imaginant 'partícules' però en d'altres es necessita pensar en parts més petites (subnivells): àtoms, electrons, quarks... Per exemple, el canvi d'estat es pot explicar amb la idea de partícula, però per entendre la combustió del carbó necessitem parlar dels

àtoms i per explicar la conductivitat elèctrica d'un material, imaginar els electrons que és una part de l'àtom.

Cada tipus de partícula correspon a un nivell o escala de descripció de la composició de la matèria. Per exemple, entre un material que observem a ull nu i estructures atòmiques o moleculars, avui parlem de l'escala de nanopartícula, que és la part més petita de la matèria que té les propietats del material. Per exemple, una molècula d'aigua (nivell micro) no té les propietats de l'aigua (nivell macro). En canvi, per tenir la part més petita d'aigua, necessitem un petit nombre de molècules d'aigua unides entre si (nivell nano).

Exemples de preguntes que ajuden a construir aquests conceptes poden ser:

- *Podem trencar (esmicolar) l'aigua, l'aire, una galeta, un metall, un cabell o fil...? Com? Com de petites poden arribar a ser les parts? Quantes parts podem arribar a tenir? Com ens imaginem el material per dins si és que podem canviar la seva forma, trencar-lo…? Com ens l'imaginem per dins abans de trencar-lo i després? Si els materials són diferents, les parts seran diferents?*
- *Com ens imaginem una substància o una mescla per dins si poguessin veure les seves parts amb unes ulleres màgiques? Pensem en l'aigua, un metall, l'aigua de mar, l'aire... Com seran aquestes parts? (grandària, igual/diferents…). Com ens imaginem l'aigua per dins tenint en compte que es pot trencar (en gotes), passar per un paper de filtre...? Com ens imaginem l'aigua i el colorant mesclats (per dins) quan és d'un color molt intens o no tant?*
- *Què pensem que passa a les "parts" del material quan el trenquem, l'esmicolem, el barregem amb aigua, l'escalfem... Podem 'trencar' un material amb l'aigua? On estan les parts de la sal /sucre quan s'han dissol a l'aigua? Podem 'trencar' un material amb foc? Com ens imaginem què els hi passa a les parts? Com ens imaginem l'aire per dins (les seves parts) abans i després de comprimir-lo amb una xeringa? Quan estaran més juntes les 'parts'? Hauran canviat de forma o de grandària?*
- *Com ens imaginem les parts de l'aigua quan està en estat sòlid (gel), estat líquid o estat gasós? Com estan distribuïdes en l'espai? Estaran ordenades o desordenades? Podem representar-ho amb un dibuix? I amb el nostre cos? En un vidre, les seves partícules estaran distribuïdes de manera més semblant a com en un cristall o com en un líquid? Com ho podem saber observant un cristall o un vidre?*
- *Com estaran unides les 'parts' si costa trencar el material o si es trenca fàcilment? Ens podem imaginar com s'unirien persones si fossin les 'parts' d'una galeta, d'una fusta o d'un metall?*
- *Què creus que passarà amb les 'parts' d'un material quan li donem energia (escalfem)? –l'aigua, l'aire, un metall...-. Quan 'tens molta energia', et pots moure més?*