

Aprendre a investigar i investigar per comprendre

Àrea de Didàctica de les Ciències
Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències

Com ensenyem ciències?



Hi ha models en què hi ha molt poca experimentació, amb activitats basades en la transmissió i la recepció d'informació, i en la reproducció memorística d'aquesta informació. El material curricular de referència és el llibre de text.



Hi ha models en què els alumnes experimenten puntualment. Els experiments es plantegen com un valor en ells mateixos i com una demostració de la teoria.

La principal finalitat dels experiments és la motivació



Hi ha models en què es planteja que els alumnes resolguin problemes/preguntes però, la majoria de vegades, les respostes es busquen cercant informació. Sovint els problemes no tenen continuïtat temàtica al llarg de l'etapa.

BE', PROU DE FER CLASSE.
HEU D'APRENDRE A TREBA-
LLAR SOLS I A SER ACTORS,
NO ESPECTADORS. BLA, BLA
FAREM INVESTIGACIÓ.



PUC FER...
INVESTIGACIÓ



JO PRO-
FESSOR...

DEMÀ TOTS HEU DE FER
UNA INVESTIGACIÓ SOBRE LA
MESOPOTÀMIA.



"MESO...?
MESOPOTÀMIA"



MESOPOTÀMIA?
QUIN MUNDARÀ? ON DEU SER ARA?
POSSER
EL PAÏS
INVESTIGACIÓ?



La Mesopotàmia
és una regió bla
bla bla delimita-
da per dos rius,
el Tigris i l'Eufra-
tes bla bla bla
habitada des dels
assiris bla bla bla



**No tot el que es fa a
les classes de ciències
es pot considerar
CIÈNCIA**



**“La ciència escolar no
pot ser com la ciència
dels científics
però ha de ser ciència”**

Mercè Izquierdo

**Aleshores,
què hauria de
caracteritzar l'activitat
científica escolar?**

• La ciència és:

- una activitat cognitiva i manipulativa

- usa habilitats intel·lectuals (PENSAR)

- usa tècniques (FER)

- una activitat social que es desenvolupa en el marc d'una comunitat d'investigadors (PARLAR)

- una activitat que genera coneixements

- FETS (en resposta a preguntes del tipus: com és? què passa?)

- EXPLICACIONS (en resposta a preguntes del tipus: per què...?)

Com es construeix el coneixement científic?

Generar coneixement científic suposa portar a terme....

Accions dirigides a obtenir dades per establir fets

[Àmbit de les DADES i els FETS]

Obtenir dades

Observar (amb o sense aparells): mesurar, dissenyar experiments amb control de variables, usar tècniques específiques

Analitzar dades

Categoritzar, comparar, fer càlculs estadístics, representar dades, identificar patrons

Establir conclusions

Extreure conclusions a partir de les dades i/o els patrons obtinguts

Actituds: curiositat per explorar, respecte per l'evidència, reaccionar a dades anòmales, ser rigorós, consciència de les limitacions de la recerca

relacionar

Accions dirigides a construir i defensar explicacions usant l'evidència

[Àmbit de les IDEES, MODELS i EXPLICACIONS]

Construir explicacions (explicar)

usar models per generar explicacions, crear o usar entitats abstractes i conceptes, proposar mecanismes causals, usar models per formular prediccions/hipòtesis

Defensar explicacions en base a l'evidència (argumentar)

argumentar usant les evidències com a proves, revisar models/explicacions/hipòtesis

Actituds: curiositat per pensar i imaginar, disposició a canviar d'idea

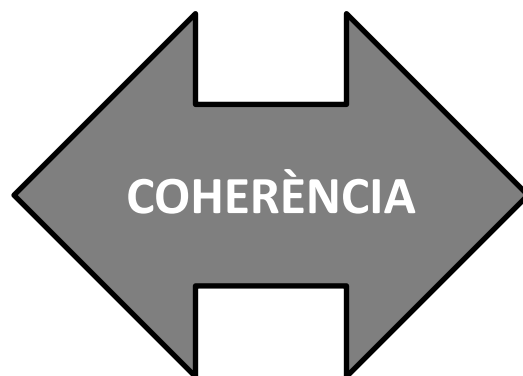
Preguntar

COMUNICACIÓ (competència comunicativa)

METACOGNICIÓ (competència d'aprendre a aprendre)

EL QUE DIFERENCIA LA CIÈNCIA, D'ALTRES FORMES DE CONEIXEMENT:

**ALLÒ QUE
OBSERVEM**



**ALLÒ QUE
IMAGINEM**

La ciència escolar hauria de permetre:

- a)Aprendre les pràctiques de la ciència (***aprendre a investigar***) (*aprendre a fer ciència*)
- b)Construir idees científiques bàsiques a partir de l'evolució de les idees intuïtives dels alumnes sobre els objectes i els fenòmens de l'entorn (***investigar per comprendre***) (*aprendre ciència*).
- c)Construir una imatge rigorosa de la ciència (***aprendre sobre la ciència***)

Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic (competència científica)



Suposa:

“el **desenvolupament** i l'**aplicació** del **pensament científic** i tècnic per interpretar la informació que es rep i per predir i prendre decisions amb iniciativa i autonomia en un món en què els avenços que es van produint en els àmbits científic i tecnològic són molt ràpids i tenen una influència decisiva en la vida de les persones, la societat i el món natural. Implica també la **diferenciació i valoració** del coneixement científic al costat d'altres formes de coneixement, i la utilització de valors i criteris ètics associats a la ciència i al desenvolupament tecnològic.”

(Decret 142/2007, DOGC)

**“La ciència és, abans
que res, un món
d'idees en moviment”**

François Jacob

El ratolí, la mosca i l'home

**Cal implicar els
alumnes en processos
d'investigació
autèntica que
mobilitzin les seves
idees inicials**



Un exemple de disseny d'investigació per mobilitzar les idees dels nens

La germinació de les llavors



Model inicial dels alumnes

- les llavors necessiten aigua, llum i “adobs” per germinar (model planta)
- no coneixen les parts d'un llavor

Model científic escolar

- les llavors no necessiten llum per germinar, però aigua sí
- la llavor conté un embrió, substàncies de reserva i una capa protectora

Com és una llavor per dins?

Què necessita una llavor per germinar?

Una possible manera de treballar-ho:

Activitat 1: Buscar en un llibre de text o el mestre explica les parts de la llavor

Activitat 3: Mirem un vídeo al youtube sobre els factors que condiciona la germinació

Activitat 2: Obriria la llavor i les identificaria

fa un experiment sobre la germinació, per comprovar quins factors l'afecten

En les dues propostes s'expliquen uns fets, però no hi ha cap idea en moviment

Una altra possible manera de treballar-ho:

Activitat 1: Buscar en un llibre de text o el mestre explicaria les parts de la llavor

Activitat 3: Mirem un vídeo al youtube sobre els factors que condiciona la germinació

Activitat 2: Obriria la llavor i les identificaria

Activitat 4: La mestra fa un experiment sobre la germinació, per comprovar quins factors l'afecten

Activitat 1: Observar i descriure llavors de mongeta, cigró i lletia.
Com és la llavor per fora?

Activitat 3: Observar mongetes en remull, obrir-les i identificar les parts
Quines parts observes de la llavor?

Activitat 5: Comprovar que l'embrió és la part que esdevé la futura planta

Activitat 7: Fer DECVs per determinar quina variable condiona la germinació (llum, aigua, substrat, T°...)

Activitat 2: Expressar el model inicial de llavor
“Com t'imagines que és una llavor per dins?”

Activitat 4: Anomenar cada part.

- “La pell” / “la planteta” / “la mongeta”

Activitat 6: Què et sembla que necessita una llavor per germinar?

Activitat 8: D'on ha tret el menjar la planteta?

OBTENIR EVIDÈNCIES EMPÍRIQUES



PROPOSAR I REVISAR MODELS

Un exemple: La investigació de l'estructura de la matèria a primària

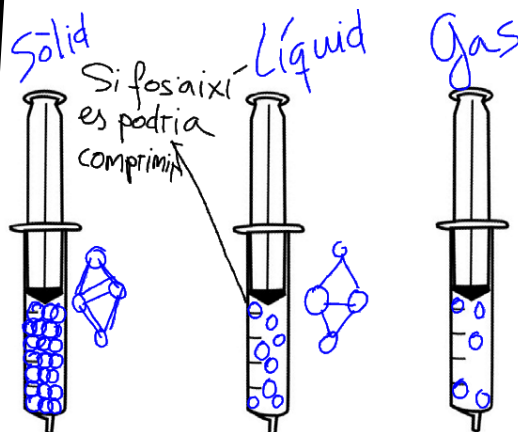
Grup de Recerca Coneixement i Didàctica
Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències

Com us imagineu que és l'aigua/el guix/ l'aire que tenim a dins la xeringa, per dins?



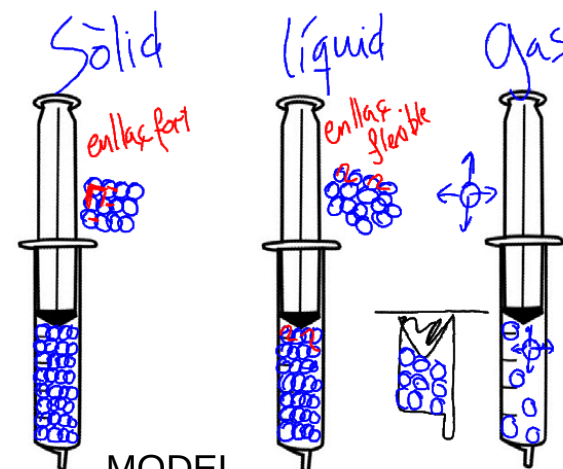
MODEL INICIAL

Introducció de la idea de partícules



MODEL INTERMIG

Busquem proves empíriques per posar en crisi aquesta idea



MODEL FINAL

Generar coneixement científic suposa portar a terme....

Accions dirigides a obtenir dades per establir fets

[Àmbit de les DADES i els FETS]

relacionar

Accions dirigides a construir i defensar explicacions usant l'evidència

[Àmbit de les IDEES, MODELS i EXPLICACIONS]

Obtenir dades

Observar (amb o sense aparells): mesurar, dissenyar experiments amb control de variables, usar tècniques específiques

Analitzar dades

Categoritzar, comparar, fer càlculs estadístics, representar dades, identificar patrons

Establir conclusions

Extreure conclusions a partir de les dades i/o els patrons obtinguts

Actituds: curiositat per explorar, respecte per l'evidència, reaccionar a dades anòmales, ser rigorós, conscient de les limitacions de la recerca

Preguntar

Construir explicacions (explicar)

usar models per generar explicacions, crear o usar entitats abstractes i conceptes, proposar mecanismes causals, usar models per formular prediccions/hipòtesis

Defensar explicacions en base a l'evidència (argumentar)

argumentar usant les evidències com a proves, revisar models/explicacions/hipòtesis

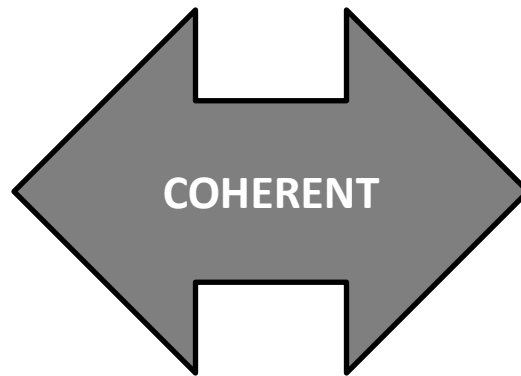
Actituds: curiositat per pensar i imaginar, disposició a canviar d'idea

COMUNICACIÓ

METACOGNICIÓ

EL QUÈ DIFERENCIA LA CIÈNCIA, D'ALTRES FORMES DE CONEIXEMENT:

**ALLÒ QUE
OBSERVEM**



**ALLÒ QUE
IMAGINEM**

<https://vimeo.com/90247117>

Algunes reflexions:

1. Prenem de punt de partida la idea dels infants

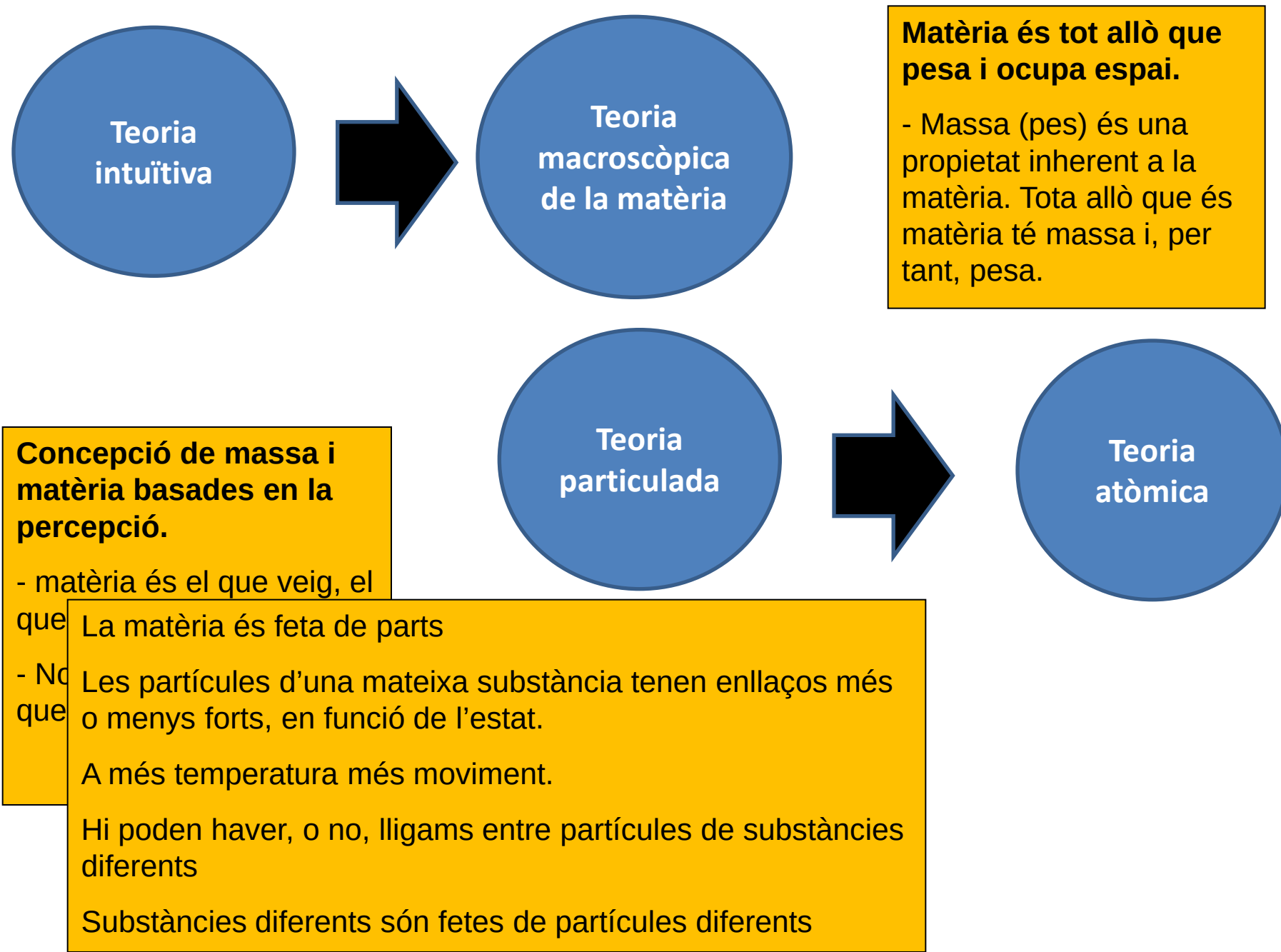
No és una informació que guardem “al calaix de la taula del mestre”, sinó que la fem servir com a maó per construir tot el què ve a darrera.

Per tant, és necessari saber què saben les nenes i els nens de primària, sobre la matèria.

Algunes reflexions:

2. Hem de saber on volem arribar.

Per tant, és necessari tenir clar fins a on volem i podem arribar.



Algunes reflexions:

3. Busquem experiments i experiències que serveixin per fer “evolucionar idees”

No busquem il·lustrar idees, ni tampoc fer experiments per fer experiments.

Per tant, és necessari pensar en quines experiències ens aniran bé per fer evolucionar aquestes idees.

Algunes reflexions:

4. Demanem moltes vegades que expressin i representin, de maneres diferents, el què pensen.

No imposem el model de la ciència, deixem que cada nen pugui expressar allò que pensa i justifiqui perquè pensa allò.

Per tant, és necessari escoltar i observar molt el procés d'aprenentatge dels infants.

Algunes reflexions:

5. Consensuem models i acceptem que aquell model és el que explica més bé allò que hem observat.

No imposem el model de la ciència, busquem maneres d'explicar la realitat que siguin coherent amb el què observem.

Per tant, és necessari fer debats i moderar-los.

```
graph TD; A[Investigar] --> B[Comunicar/compartir amb la comunitat científica]; A --> C[Llibreta de ciències<br/>Equips d'investigadors<br/>Diàleg a l'aula<br/>Reunions d'investigadors]; B --> D[Presentació oral (Congrés)<br/>Pòster<br/>Article científic]; C --> E[Desenvolupar a la vegada:<br/>Competència científica<br/>Competència comunicativa<br/>Competència matemàtica]; D --> E;
```

Investigar

Comunicar/compartir amb la
comunitat científica

Llibreta de ciències
Equips d'investigadors
Diàleg a l'aula
Reunions d'investigadors

Presentació oral (Congrés)
Pòster
Article científic

Desenvolupar a la vegada:

Competència científica
Competència comunicativa
Competència matemàtica

Per on començar?

1. Qualsevol investigació comença amb una pregunta

La mestra ha de tenir clar quina (quines) pregunta vol mobilitzar en la seva investigació.

Es comporten diferent les gallines segons el temps que fa?

Els glaçons es desfan sempre igual de ràpid?

Què necessita una llavor per germinar?

ESTABLIR FETS

Com és que el sucre es dissol a l'aigua i la sorra no?

Per què les aranyes es barallen tant?

Com és que sentim sorolls a través de la paret?

EXPLICAR

Preguntes formulades després d'observar bombolles

Fets observats	Preguntes
S'ha enganxat una bombolla a la taula Una bombolla ha rebotat sobre la taula i després ha explotat	Per què la bombolla no explota quan toca la taula?
No en totes les bufades surten la mateixa quantitat de bombolles	Per què la quantitat de bombolles sempre varia?
Podem ajuntar més de dues bombolles si les acompanyem amb una canya de beure	Per què s'ajunten les bombolles?
Les bombolles són de colors A les bombolles s'hi reflecteixen colors Quan més petites més colors tenen	Per què les bombolles són de colors?

Preguntes inicials sobre el so.

(Nenes i nens de cicle mitjà. Col·legi Sant Miquel dels Sants, Vic)

- Per què un instrument de vent, si el bufes, fa música?
- Per què les ales dels ocells fan soroll?
- Per què les classes tan grans ressonen?
- Per què quan la classe està buida ressona tant i plena no ressona tant?
- Per què els ocells fan un so tan agut?
- Per què els fils del sostre fan que no ressoni la classe?
- Per què el so pot ser fort i fluix?
- Per què hi ha sons aguts i sons greus?

Convertir preguntes en preguntes investigables

¿Per què les gotes són esfèriques i no cauen?: *obliga a donar una explicació com a resposta.*

¿totes les gotes són sempre esfèriques?: *permet investigar comparant gotes.*



¿Per què l'aigua puja pel paper?: *obliga a donar una explicació com a resposta.*

¿només l'aigua puja pel paper o altres líquids també ho fan?: *permet investigar comparant líquids (o papers).*



**2. Haurem de recollir
dades:**

com les recollirem?

com les presentarem?

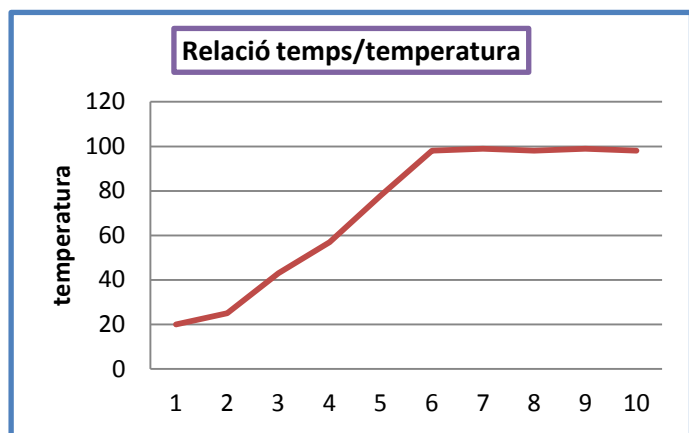
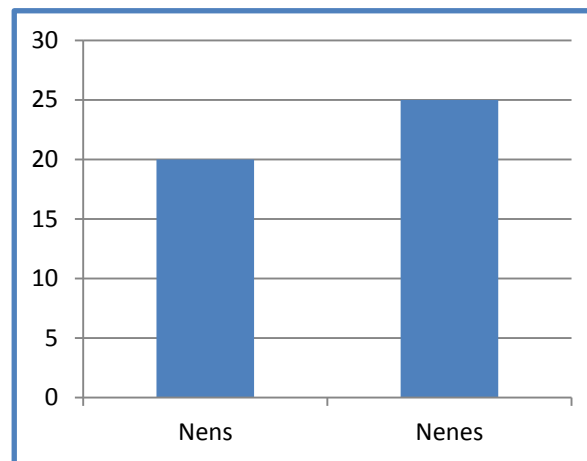
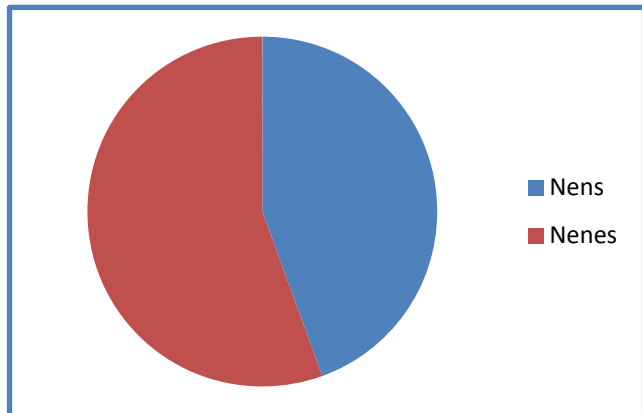
- Observació**
- Enquestes**
- Mesura**
- Disseny d'experiments
amb control de variables**
- Tècniques específiques**

Investigacions que tenen per objectiu buscar si hi ha relació entre dues variables

Useu el *Disseny experimental amb control de variables*

1. De que depèn que.....? (permet identificar les variables que afecten el fenomen)
2. Identificar i seleccionar variables independent / dependent / i de control
3. Formular la pregunta investigable **Com afecta la temperatura a la dissolució del sucre?**
4. Taula per planificar el Disseny Experimental amb Control de Variables (DECV)

Què canviarem? (variable independent)	Què observarem o mesurarem? (variable dependent)	Què no podem modificar? (variables de control)
La temperatura	La solubilitat del sucre	La quantitat d'aigua La quantitat de sucre L'acció de remenar
Com ho farem? (quines categories o valors de la variable independent farem servir?)	Com ho farem? (quines categories o valors de la variable dependent farem servir?)	Com ho farem? (quines accions portarem a terme per controlar les variables)
Posarem un vas a temperatura ambient i l'altre l'escalfarem fins a 70°	Mirarem si tot el sucre es dissol. Direm que es dissol tot si no veiem gens de sucre; que no es dissol gens si tot el sucre va a baix; i que es dissol una mica si part del sucre va a baix	Mantenir la mateixa quantitat d'aigua (200ml), la mateixa quantitat de sucre (7g) i no remenarem mai.



3. Haurem d'establir conclusions i, si s'escau, proposar explicacions

Conclusions empíriques (fets)

AFIRMACIÓ + EVIDÈNCIA (dades)

Afirmació: és la declaració o conclusió que respon la pregunta formulada. És molt important que sigui una frase que realment respongui la pregunta i per això va molt bé que contingui els termes que apareixen a la pregunta.

Evidència: Les evidències són les dades, els fets o les proves que fonamenten l'afirmació. Provenen d'observacions i experiments fets pels alumnes o d'altres persones. Poden ser qualitatives o quantitatives. Han de ser:

- **apropiades:** quan són rellevants per respondre la pregunta formulada.
- **suficients:** quan n'hi ha prou per fonamentar l'afirmació. No hi ha un nombre ideal d'evidències, però és bo que facin servir tantes evidències disponibles com tinguin.

Conclusions empíriques (fets)

AFIRMACIÓ + EVIDÈNCIA

El sucre es dissol més en aigua calenta [afirmació], perquè hem observat que a l'aigua que estava a 80° graus s'hi dissolien tres cullerades de sucre i, en canvi, a l'aigua a 22° graus només s'hi dissolia una cullerada de sucre [evidències, dades quantitatives].
[CONCLUSIÓ EMPÍRICA]

Com ajudar a escriure correctament conclusions empíriques després d'una investigació sobre el comportament de les aranyes

a) La mestra recorda la pregunta investigable inicial, que era “com afecta la reducció de l'espai a l'agressivitat de les aranyes?”

b) Proposa una resposta general: els nens diuen: “les aranyes es barallen més”. En aquest moment la mestra pot indicar que una manera de començar a respondre és usar algunes paraules que apareixen a la pregunta. Pot escriure un exemple a la pissarra: “Quan fem l'espai més petit, les aranyes es tornen més agressives”.

c) Assenyala que la conclusió estarà més ben escrita si l'acompanyen amb evidències obtingudes a la investigació que han fet (a partir de les dades que tenen registrades a la llibreta de ciències). Escriu “per exemple” i explica que aquest terme servirà per introduir les evidències o les dades que han obtingut. Indica que les dades que apareixen en una conclusió només són una mostra, i que no se solen incloure valors estranys o inconsistents amb la resta de dades.

d) Demana algunes dades als diferents grups i les aprofita per ensenyar un model de conclusió, que seria: “*per exemple*, en un terrari de 100cm^2 hi ha hagut 10 trobades agressives”. La mestra **introdueix possibles termes de contrast o d'oposició**, com ara “però”, “en canvi”, i explica que per remarcar el contrast es pot afegir “només”. Posa un exemple a partir de les dades obtingudes: “*en canvi*, en un terrari de 600cm^2 *només* hi ha hagut 2 trobades agressives”.

Com ajudar a escriure correctament conclusions empíriques després d'una investigació sobre el comportament de les aranyes (continuació)

a) La mestra explica que usant només aquestes dades ja n'hi ha prou per poder fer una **afirmació**. Explica la utilitat d'estructures com “per això podem afirmar que..” o “així doncs, podem afirmar que...” que serveixin per donar inici a l'afirmació que sempre es formularà de manera general, sense usar dades concretes (com ara: quan més/menys.... més/menys). Acaba d'escriure l'exemple: “*per això, podem afirmar que quan més petita és la superfície del terrari, més trobades agressives hi ha entre les aranyes*”.

a) L'**escrit complet** quedaria de la següent manera: *Com afecta la reducció de l'espai a l'agressivitat de les aranyes? Quan fem l'espai més petit, les aranyes es tornen més agressives. Per exemple, en un terrari de 100cm² hi ha hagut 10 trobades agressives, en canvi en un terrari de 600cm² només hi ha hagut 2 trobades agressives. Per això, podem afirmar que quan més petita és la superfície del terrari, més trobades agressives hi ha entre les aranyes*”.

Explicar (conclusions teòriques)

AFIRMACIÓ + JUSTIFICACIÓ

la justificació conté evidències teòriques i conceptes o principis científics. Deriva del coneixement científic que té l'individu, que pot ser molt variat.

AFIRMACIÓ + JUSTIFICACIÓ

El sucre es dissol més en aigua calenta [afirmació], perquè hem observat que a l'aigua que estava a 80º graus s'hi dissolien tres cullerades de sucre i, en canvi, a l'aigua a 22º graus només s'hi dissolia una cullerada de sucre [evidències, dades quantitatives].
[CONCLUSIÓ EMPÍRICA]

*Penso que això passa [afirmació] **perquè** les partícules quan s'escalfen es mouen més ràpid i es separen i hi pots tirar més sucre [justificació // raonament en base a un model].*
[INTERPRETACIÓ TEÒRICA]

Feina a fer

1.Quines preguntes mobilitzarem en la nostra investigació?

(formuleu la pregunta concreta de la investigació i penseu altres preguntes que possiblement apareguin)

2.Com recollirem les dades? (expliqueu breuement les activitats que planificareu per recollir dades, analitzar-les i comunicar-les).

3.Establiment de conclusions (quina dinàmica de classe fareu servir per establir conclusions)