

Connecta't a la recerca

Com fer bones explicacions científiques

Gayán, E i Nebot, MR
Barcelona
Octubre 2018

1 Context

La Garriga
(Vallès Oriental)

15.762



Institut Manuel Blancafort

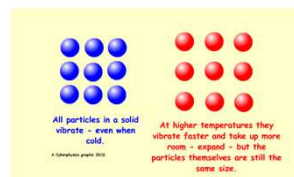
Curs 2016-17/2017-18

Alumnat: 496/486

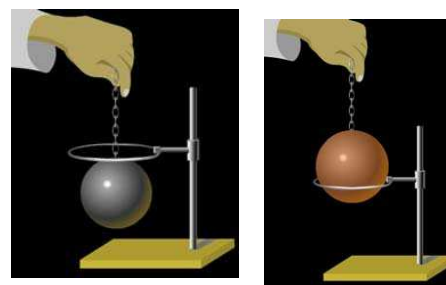
Professorat: 44/43

Participants:

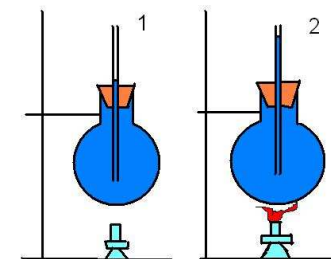
1r ESO: 4 grups, 90 alumnes, 2 professors, una la investigadora/4 grups, 85 alumnes, 2 professors.



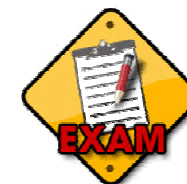
<http://www.cyberphysics.co.uk/topics/heat/expansion.htm>



<https://www.goalfinder.com/product.asp?productid=60>



<https://www.emaze.com/@ATCILICF/DILATACI%C3%93N-T%C3%89RMICA>



Science and
everyday life
cannot and should
not be separated.

Rosabeth Franklin

2 ●● Objectius de la recerca

1. Identificar i analitzar les idees clau que apareixen en dibuixos, descripcions i explicacions que fan alumnes de 1º de l'ESO en respondre preguntes d'un examen sobre fenòmens de dilatació tèrmica estudiats a classe, tant de pràctiques de laboratori com de la vida quotidiana.
2. Analitzar la aplicació de las idees clau en explicacions de fenòmens quotidians de dilatació tèrmica no estudiats a classe.

2 ●● Marc teòric

Problema: descripció i explicació

PRÀCTIQUES CIENTÍFIQUES

Millar (2010)
Krajcik y Merrit (2012)
NGSS (2013)
Osborne (2014)

Pràctiques de
laboratori

Treball amb models i
modelització

Elaboració d'explicacions
científiques

Knowing
why

Idees del
model

Estructura
explicació

Connectors

Mans en
acció

Ments en
acció

Coneixement del món

VISIÓ

MACRO:
descripció

MICRO:
interpretació

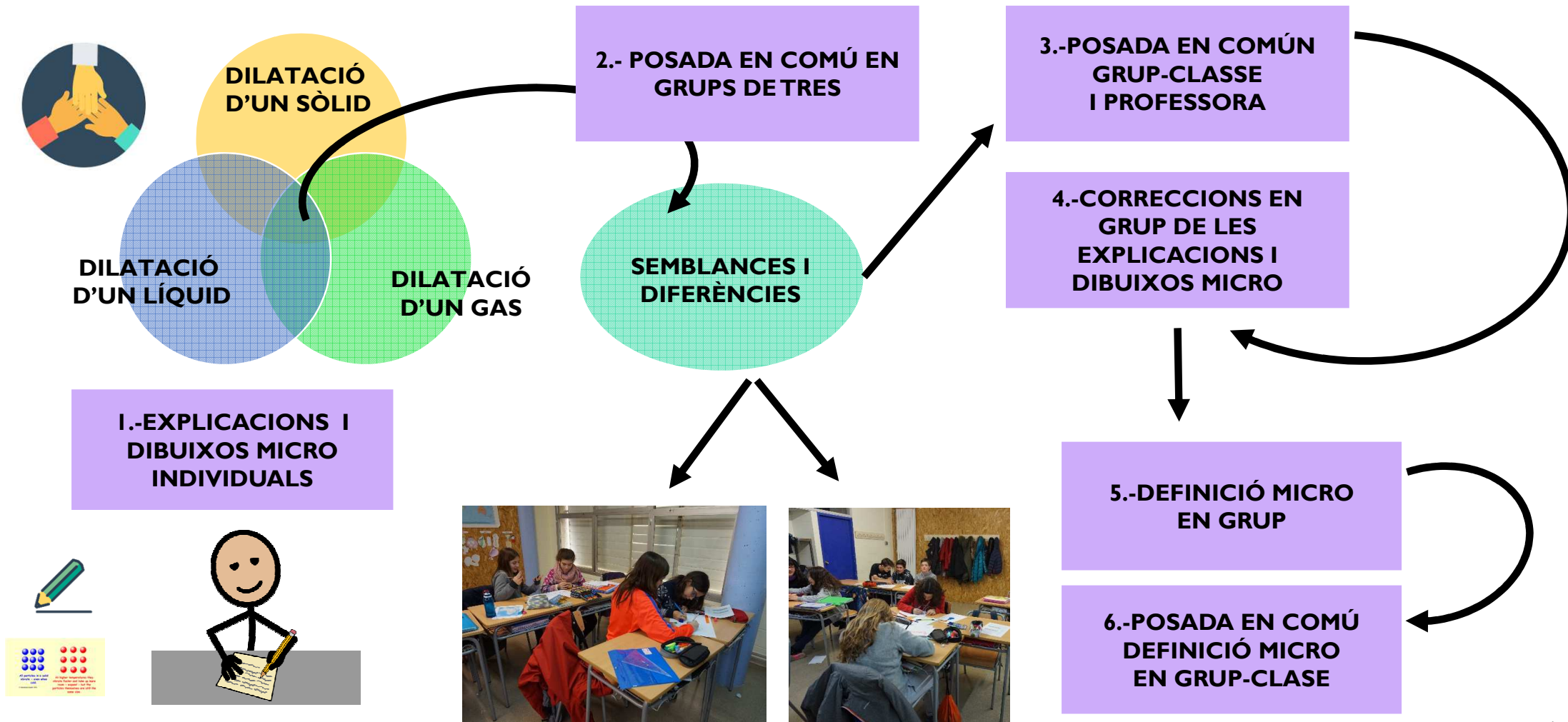
Smith et al (2006)

Nivell interpretatiu:

- imaginar com passen els canvis: visió "micro".
- necessari tenir integrat el model cinètico-corpúscular.

Nebot i Márquez (2017)

3 ●● Metodologia: participants i activitats



4 ●● Metodologia: definicions i explicacions

CONCEPTE A DEFINIR	+	ÉS/ SÓN	+	NOM (CATEGORIA)	+	CONNECTOR	+	CARACTERÍSTIQUES PRÒPIES DEL CONCEPTE A DEFINIR
--------------------	---	---------	---	--------------------	---	-----------	---	---

Definició prèvia: visió macro

La **dilatació tèrmica** és un **fenomen físic** que consisteix en la variació del volum d'una substància en resposta als canvis de temperatura.

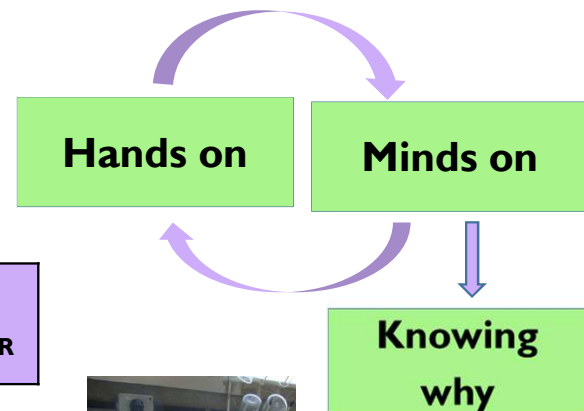
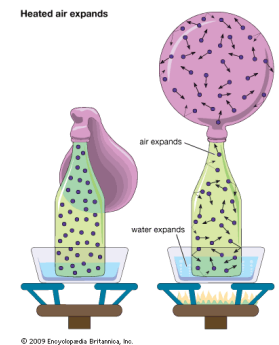
CONCEPTES/ IDEES CLAU	+	ORDRE DE LES IDEES CLAU
--------------------------	---	----------------------------



**Explicació individual:
visió micro**

CONCEPTES/ IDEES CLAU
Dilatació tèrmica
Moviment de partícules
Volum de: la bola/aigua dins del matràs i la pipeta/globus
Energia cinètica
Font de calor
Separació de les partícules
Altres conceptes o idees clau

ORDRE

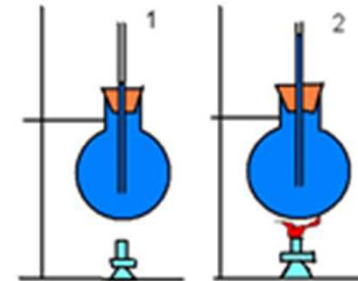
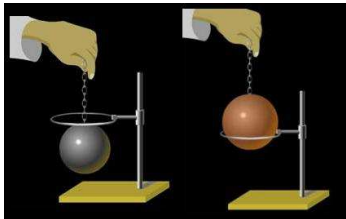


3 ●● Metodologia: preguntes de l'examen

- Realització de dibuixos micro: situació en el model.



- Sobre les pràctiques de laboratori: interpretació i realització de dibuixos macro i micro, descripcions i explicacions dels fenòmens.



- Preguntes d'aplicació: fenòmens quotidians estudiats o no a classe.



<http://www.tokyofamilies.com/sections/entry.php?id=53>



<http://www.dreamlandjewelry.com/silver-knot-ring-srp670.html>

3 ●● Metodologia: instrument d'anàlisi

Dibuixos micro

Descripcions

Explicacions científiques

Idees clau del model de dilatació tèrmica.-1º ESO

Idea 1.-Relació entre els canvis de temperatura i de volum d'una substància (macro).

Idea 2.-Separació diferencial de partícules en sòlids, líquids i gasos.

Idea 3.-Moviment diferencial de partícules en sòlids, líquids i gasos.

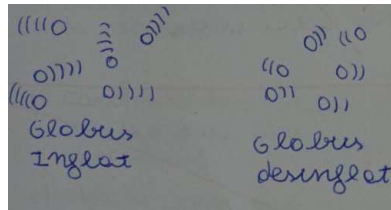
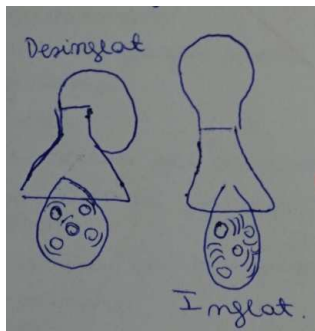
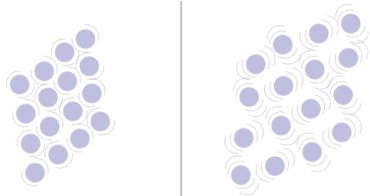
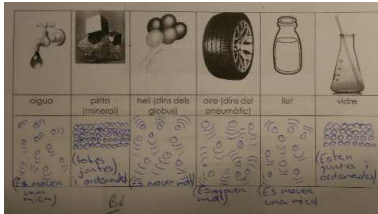
Idea 4.-Relació entre calor i moviment (vibració, xocs) de les partícules d'una substància.

Idea 5.-Canvis en l'energia cinètica de les partícules d'una substància com a resultat de la transferència de calor.

Idea 6.-Relació dels canvis de l'energia cinètica (moviment i separació diferencial de les partícules) amb els de volum de la substància i com determinants dels canvis de temperatura.

3 ●● Metodologia: anàlisi

DIBUIXOS MICRO:
realització i interpretació



EXPLICACIONS CIENTÍFIQUES

Diferents nivells de realització

Idees clau

Algunes idees

Totes les idees

Explicacions relacionades amb les pràctiques de laboratori

Preguntes d'aplicació

Vida quotidiana

Treballat a la classe

Exemples propis

4 ●● Resultats: utilització de les idees clau 2 i 3 en dibuixos micro

Curs
2016/17

Dibuixos micro Tres estats de la matèria	Resultats	% alumnes (90)
Separació diferencial de partícules	No	4,4
	Sí	95,6
Moviment diferencial de partícules	No	17
	Sí	83

Curs
2017/18

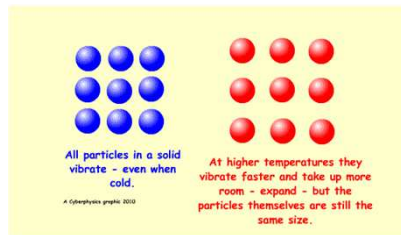
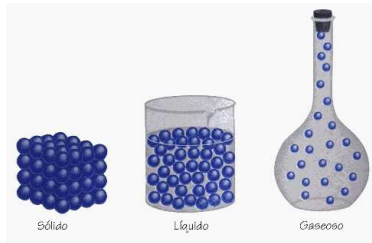
Dibuixos micro Tres estats de la matèria	Resultat	% alumnes (85)
Separació diferencial de partícules en S,L,G	No	20
	Sí: S, L, G	80
Moviment diferencial de partícules en S,L,G	No	54,1
	Sí: G	24,7
	Sí: LG	15,3
	Sí: SLG	5,9

Matèria discreta: individualització i
separació de partícules en els tres estats.

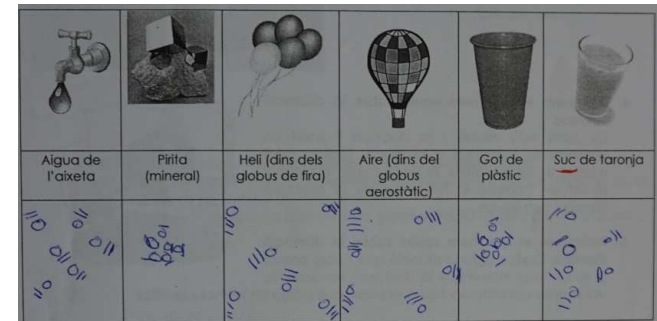
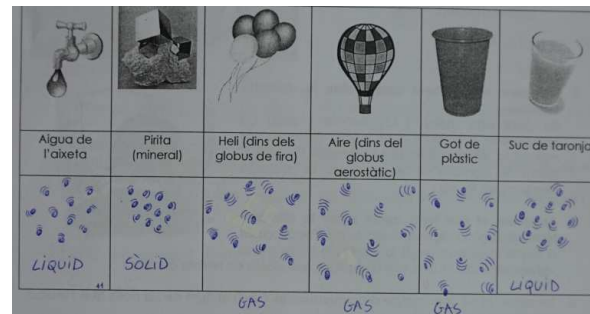
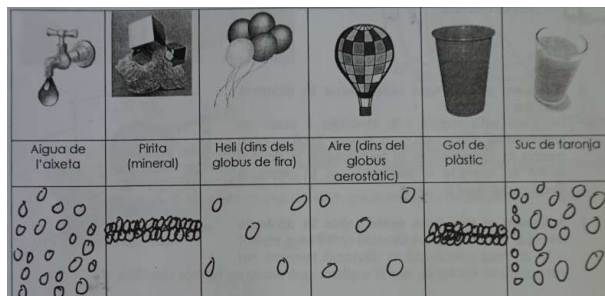
Increment de moviment: més assolit en gasos i
menys en els sòlids.



4 ●● Resultats: utilització de les idees clau 2 i 3 en dibuixos micro

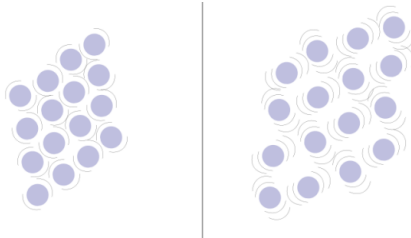
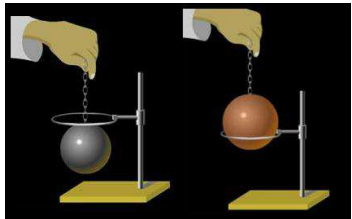


<i>Dibuixos micro</i> Tres estats de la matèria	Resultat	Nº alumnes per classe i totals	% alumnes (85)
Separació diferencial de partícules en S,L,G	No	8+3+2+4 = 17	20
	Sí: S, L, G	17+20+14+17 = 68	80
Moviment diferencial de partícules en S,L,G	No	6+5+16+19 = 46	54,1
	Sí: G	12+9+0+0 = 21	24,7
	Sí: LG	3+8+0+2 = 13	15,3
	Sí: SLG	4+1+0+0 = 5	5,9
			45,9

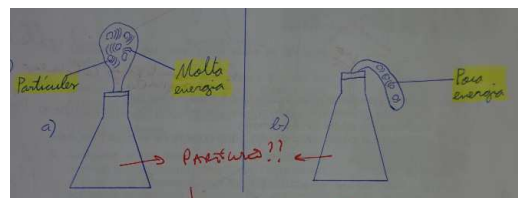
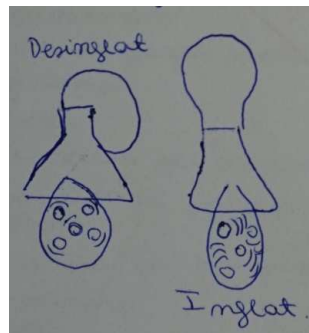


4 ●● Resultats: utilització de las idees clau en la interpretació i realització de dibuixos micro relacionats amb les pràctiques de laboratori.

Dilatació d'un sòlid: interpretació dibuix micro



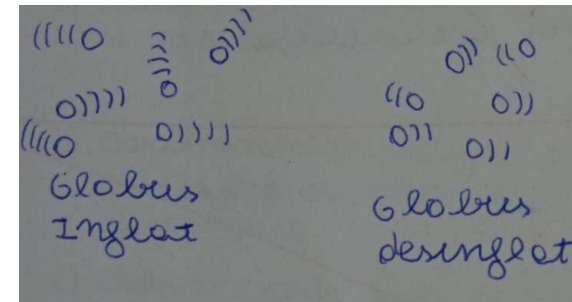
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Particles_expansion_contraction.svg



74% Interpretació correcta (separació i moviment)

22% mes PE que PN

Dilatació d'un gas: realització dibuix micro



60% Separació partícules

47% Moviment
(40% PE, 7% PN)

4 ●● Resultats: utilització de les idees clau en descripcions i explicacions relacionades amb les pràctiques de laboratori.

Dilatació d'un sòlid 2017/18

sòlids
2017/18

Ítems:	Resultat	% alumnes	
Dilatació d'un sòlid a partir d'un dibuix			
Descripció dels processos: dilatació d'un sòlid (nivell MACRO)	No descriuen	10,5	
	Descripció sense Idea 1	19,7	89,5
	Inclouen Idea 1	69,8	
Explicació dels processos: dilatació d'un sòlid (nivell MICRO)	No expliquen	10,5	
	Algunes idees clau	50	89,5
	Totes les idees clau	39,5	

Dilatació d'un gas: explicació i elaboració del dibuix

Explicació: totes les idees

Curs 2016-17:
56,7%

Curs 2017-18
56% PE
15% PN (55% sense comptabilitzar Ec)

Ments en acció

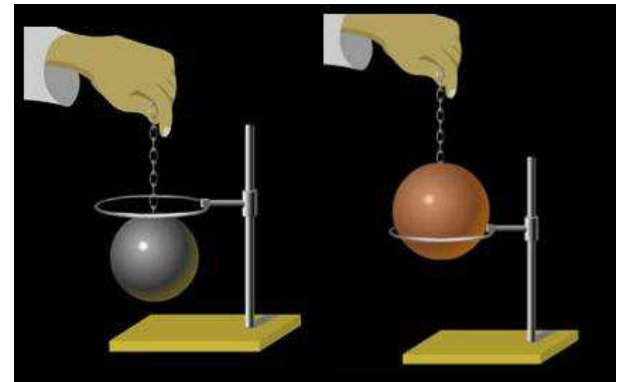
Per què passa?

4 ●● Produccions: exemples de la dilatació d'un sòlid

c) Vem ~~per~~ passar la bola per el aro i passava perfectament, després la vem escalfar i quan vem tornar a provar si la bola passava per l'aro varem veure que no passava.

c) Vam agafar una bola metàlica i vam mirar si passava per a l'aro. Seguidament la vam agafar i la vam posar sobre una placa tèrmica d'escalfar. A nivell micro, abans d'escalfar la bola, les partícules estaven juntes i tenien poc moviment. Una estona després de deixar la bola a la placa d'escalfar, vam provar a veure si passava per a l'aro. A nivell micro, les partícules gràcies a l'energia cinètica es van separar i van incrementar de volum ^{van fer més espai entre elles.} Van tenir més moviment. En deixar una estona la bola, ens vam fixar que havia tornat al volum inicial, i a nivell micro les partícules també. És gràcies a l'energia cinètica.

③ Dilatació



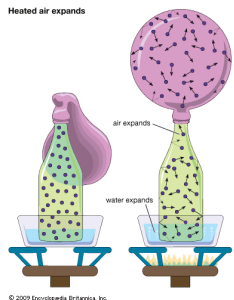
4 ●● Tipologia de les produccions i exemples: dilatació d'un gas

Explicacions dels processos amb algunes de les idees clau

-“El globus s'infla perquè les **partícules** s'han mogut i al moure's van al globus.”

Explicacions dels processos amb totes les idees clau

-Quan posem el matràs sobre la placa tèrmica i el globus comença a inflar-se, el que passa és que l' **energia cinètica** de les **partícules** augmenta i per això cada vegada **es mouen més i es separen**. Les **partícules** fan tanta **força** que, como el globus és **elàstic**, fan que s'infla. I quan el deixem refredar l' **energia cinètica** disminueix i per tant les **partícules** ja **no es mouen tant** i el globus es desinfla.



© 2009 Encyclopædia Britannica, Inc.

5

a) Em els dileixar, en veu ~~que~~ un globus inflat i l'altre desinflat. Aquesta és la pràctica que vam fer al laboratori. El globus desinflat en el seu estat inicial però com que el vam posar sobre la placa tèrmica el globus de tant escalfar es va inflar.

b) **GLOBUS INFLAT** | **GLOBUS DES'INFLAT**

3

a) El agafar un Elanayot i li han ~~donat~~ fixat un globus desinflat després el vam calentar i el globus es va inflar perquè ~~el calentament~~ ^{les partícules} agafar més energia s'estructura i al moure's van pujar cap a dalt es va inflar el globus.

b)

3

a) Posem un globus a un marçà eilembeixer i quan el posem a la placa tèrmica s'infle. Això passa perquè quan les partícules han rebut energia cinètica de la placa tèrmica, s'han produït una sèrie de moviments (les partícules han xocat amb la paret de l'eilembeixer) i han acabat pujant. Tot això ha passat després de que el marçà eilembeixer s'hagi escalfat, per lo tant que puja la temperatura. b

③ Al primer dibuix observem que el globus està cap amunt, això vol dir que amb l'escalfament de la placa tèrmica ha pujat la temperatura i les partícules s'han mogut. Això vol dir que han ocupat més volum i ha fet que el globus puja. A la segona fotografia ha perdut escalfament, ja les partícules no es mouen tant i ha baixat.

3-

a) ~~El~~ A escalfar ~~el~~ el recipient amb el globus
~~les~~ les partícules del gas que hi ha
 dins ~~perden~~ ~~metten~~ ~~erlenmeyer~~ aconseguir
~~més~~ e energia cinètica, que això provoca
 que s'augmenti ~~la~~ la seva velocitat i que
 s'ha separat, ~~llevants~~ ~~prova~~ ~~xa~~ ~~xa~~ i el
 globus s'infle. I quan el refredem les
 partícules perden ~~la~~ energia cinètica i
 la seva velocitat disminueix.

4 ●● Resultats: utilització de las idees clau en explicacions sobre fenòmens de la vida quotidiana i en reflexions espontànies sobre la dilatació tèrmica.

Ítems	Resultat	% alumnes
Preguntes d'aplicació. Curs 2016-17	No aplica o reflexiona	15,5
	Algunes idees clau	39
	Totes les idees clau	45,5



<http://www.dreamlandjewelry.com/silver-knot-ring-srp670.html>

Ítems	Resultat		% alumnes	
Preguntes d'aplicació i reflexions. Curs 2017-18	Termòmetre	No aplica	29,4	
		Totes les idees clau	30	
	Totes las idees clau Reflexió		20%	
			26% PN	6% PE



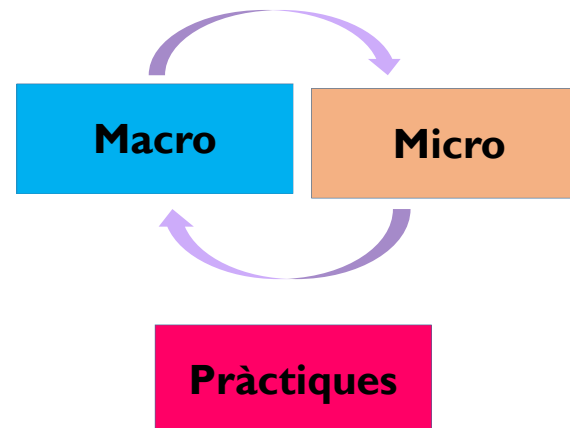
Aplicació de las idees
clau en l'explicació de
fenòmens de dilatació
tèrmica de la vida
quotidiana

-“El termòmetre marca la temperatura perquè les partícules absorbeixen l'energia cinètica fins a un punt en que ja no poden més perquè estan a la temperatura del cos del nen. A l'escalfar-se l'alcohol puja igual que en la pipeta, mesurant així la temperatura”.

El termòmetre d'alcohol funciona així: quan més gran és la temperatura i quanta més energia cinètica, més es mouen les partícules del líquid dins del termòmetre. Degut a això el volum del líquid augmenta i puja pel tub.

El termòmetre s'escalfa gràcies a la nostra calor, que fa que les partícules adquireixin energia cinètica i es dilati l'alcohol. Si tenim febre estem més calents per això l'alcohol marca més temperatura, ja que nosaltres donem a les partícules més energia cinètica.

4 En Jordi el dia que el seu cos està més calent i quan l'hi posem el termòmetre o lo beco l'alcohol s'escalfa i obté energia cinètica fent que les partícules es moguin més ràpid i esquin ocupant més espai. Al augmentar el volum l'alcohol puja per la pipeta.



Aplicació de les idees
clau en
reflexions i experiències
sobre fenòmens de
dilatació tèrmica

-“A mi el que més m'ha agradat ha estat la **dilatació tèrmica del líquid**, perquè no em pensava que arribaria a tenir tanta **força** com per pujar fins a dalt de tot **desafiant a la gravetat** i tenint més **força** que la **pressió atmosfèrica**”.

A mi personalment **m'ha agradat i interessat** aquest tema de les dilatacions en general, perquè **a vegades m'ha passat coses que no entenia i ara entenc**, per exemple: aquest estiu estava en una botiga amb aire fred i em vaig posar un anell i al sortir de la botiga no me'l podia treure i era perquè com feia calor tenia les mans molt calentes i dilatades. Això m'ha fet entendre el que em passava. En conclusió, que aquest tema m'ha agradat molt

5 Vaig agafar la tapa d'una ampolla per netejar-la i la vaig posar en aigua bullint. Llavors seguidament vaig tancar l'ampolla i quedava tancada. Això passa perquè l'aigua bullint funciona de placa tèrmica i fa que les partícules es moguin, xoquin i vibrin provocant l'energia cinètica que fa que la matèria (tapa) es dilati. I com que s'ha dilatat i és més gran a l'ampolla.



A mi no em va agradar molt la classe sobre com definir qualsevol cosa, però **al final he vist que és molt útil.**

M'ha sobtat molt que una energia (energia cinètica) faci que les partícules es moguin més gràcies a la calor. Perquè jo sabia que quan una substància s'escalfava augmentava de volum, però el fet que unes partícules facin pressió sobre un cos m'ha sobtat molt.

M'ha sobtat molt això del sòlid, perquè per la temperatura pots augmentar el volum d'un objecte, però no pots augmentar el seu pes, perquè hi ha les mateixes partícules. **La dilatació tèrmica és un fenomen físic espectacular.**

5 ●● Conclusions

- Reconèixer o representar la **naturalesa discreta de la matèria** i la **separació diferencial de les partícules** en **dibuixos a nivell micro** no va presentar dificultats per a la majoria dels alumnes, però sí les hi va haver a la representació del **moviment diferencial**.
- Les demandes d'un i un text escrit no són les mateixes, ja que es tracta de dos modes comunicatius diferents. En l'escrit pots dir que les partícules es mouen més o menys, però en el **dibuix** és necessària una **simbologia** que ho mostri.
- Problemes: PN **simbologia**, PN/PE **dinamisme partícules sòlides** en explicacions, no tant en realització de dibuixos. Proposem treballar més amb dibuixos fets i relacionar-los amb les explicacions.
- Moltes descripcions van incloure **causalitat**, fet que considerem positiu. El nombre d'alumnes que va utilitzar totes les **idees clau del model** en les seves explicacions no és elevat, però sí que ho és la quantitat d'aquells que van usar algunes o moltes d'elles, fet que mostra que s'han introduït en la visió micro.
- Tenint en compte que aquesta era la **primera ocasió** en què l'alumnat treballava amb el model, considerem que les activitats els han ajudat a iniciar-se en la diferenciació de el "**què passa**" i el "**per què passa**", i en la utilització d'idees relacionades amb les **propietats de les partícules** per **interpretar** fenòmens (modelitzar).
- L'alumnat s'ha introduït a la **visió micro**, que permet la **comprensió científica** de fenòmens (cultura científica).
- Les **pràctiques científiques** s'han de **treballar a llarg termini**, no podem esperar que s'apreguin de manera immediata (Krajcik i Merrit, 2012).

Cicle de l'aigua: canvis d'estat i formació de núvols

L'evaporació, és el pas de líquid a gas, es realitza a qualsevol temperatura i a la part superior a l'aigua. Tat i així, si ~~hi~~ hi ha més temperatura ~~hi~~ hi ha més evaporació més ràpida, perquè les partícules d'aigua tendran més energia cinètica i s'escaparan més ràpid.

c) Dibuixa el vapor d'aigua de l'atmosfera i dibuixa un núvol amb nuclis de condensació. Explica com es formen les gotes d'aigua dels núvols.

Partícules gel-les, una explicació a nivell mitjà?

Quem l'aigua s'evapora passa a ser vapor d'aigua i guanya energia cinètica. A l'hora que puja cap amunt, com més amunt més baixa la temperatura el vapor s'condensa i passa a estat líquid.

B * Les gotes d'aigua queden enganxades en nuclis de condensació (aerols) i així formen núvols. **Al dibuix no s'ha de veure com queden "enganxades".**

d) Dibuixa amb fletxes per on passa l'aigua relacionada amb la transpiració i evapotranspiració.

c) Dibuixa el vapor d'aigua de l'atmosfera i dibuixa un núvol amb nuclis de condensació. Explica com es formen les gotes d'aigua dels núvols.

es separa i l'aigua

1. Primer és que les partícules d'aigua s'evaporen i passen a ser partícules de gas (vapor d'aigua).

2. A l' pujar a l'atmosfera, ~~baixa~~ *baixa* les temperatures i parden energia cinètica de manera que s'aganten als nuclis de condensació i formen a l'estat líquid (es condensen).

s'ajunten les partícules

aire aerols
Vapor d'aigua

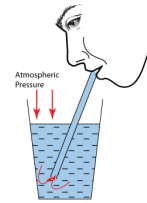
c) Dibuixa el vapor d'aigua de l'atmosfera i dibuixa un núvol amb nuclis de condensació. Explica com es formen les gotes d'aigua dels núvols.

B Les gotes d'aigua es formen així: Primer, l'aigua s'evapora (pas de líquid a gas), després es condensa dins els núvols, on que es col·loquen al voltant dels aerols i, quan ja en tenen molts, per tant molt de pes, cauen en forma de precipitació.

B+ Per què es condensa l'aigua?

d) Dibuixa amb fletxes per on passa l'aigua relacionada amb la transpiració i explica per què aquesta funció és important.

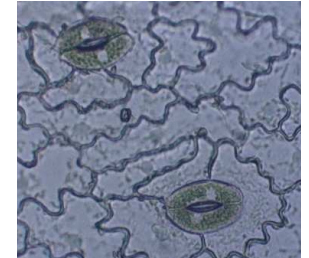
TRANSPORT D'AIGUA PELS VEGETALS



<https://sciencebasedlife.wordpress.com/2012/03/21/would-a-straw-work-in-space/>



<http://efrepcanroca.blogspot.com/2012/11/laminadures-al-buit.html>



CONCEPTES DE:

La Capilaritat

Buit i pressió

L'Evaporació

LA CAPILARITAT

Les partícules d'aigua, per als tubs, creant una força adhesiva a la paret del tub, que supera les forces cohesives a la massa d'aigua, i fa que s'elevi cap a les parts superiors de la planta, creant així una columna d'aigua.

Adhesion
Cohesion
Adhesion

BUIT I PRESSIÓ

BUIT: és l'espai que hi ha entre les partícules d'aigua, i a l'interior dels tubs, amb això hi ha una força cohesiva a la columna d'aigua.

PRESSIÓ: Què és la pressió? És la força que s'exerceix sobre una superfície.

Pressió
Atmosfera

EVAPORACIÓ

L'evaporació és un fenomen físic que consisteix en que les partícules de la superfície d'un líquid cap a l'aire, amb la força de la pressió, són capaces de escapar-se.

Evaporació

ABANS PRÀCTICA de la CAPILARITAT

ABANS DESPRÉS

ABANS PRÀCTICA de la CROMATOLOGIA

ABANS DESPRÉS

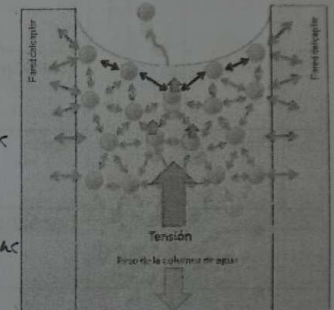
ABANS PRÀCTICA de JUGAR amb una CANYA

ABANS DESPRÉS

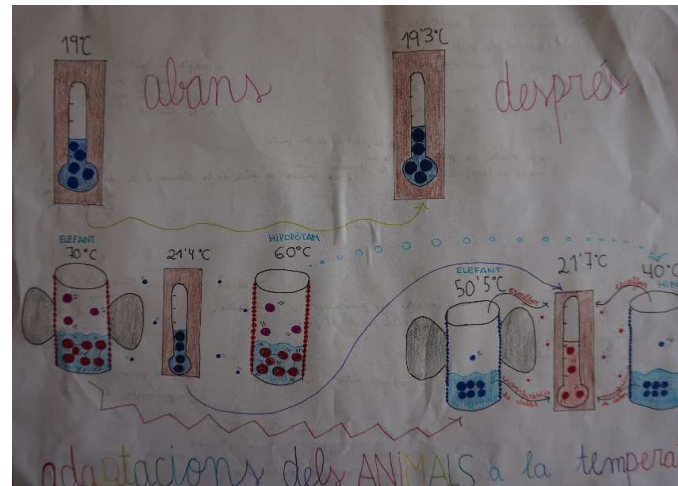
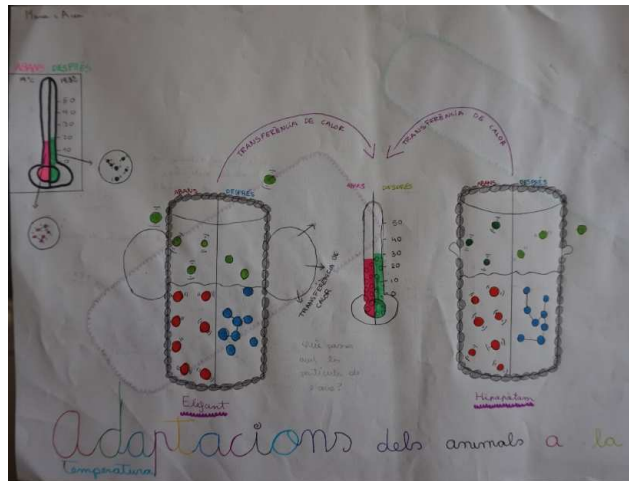
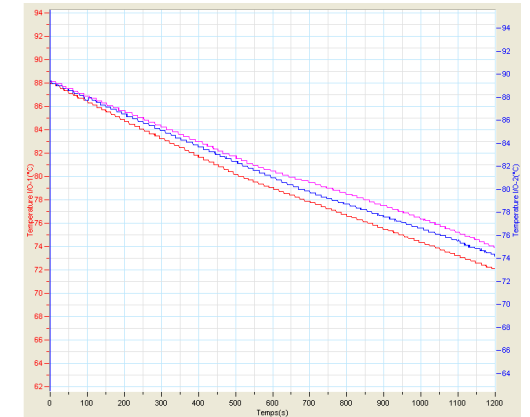
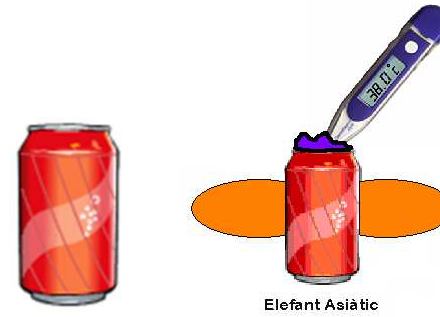
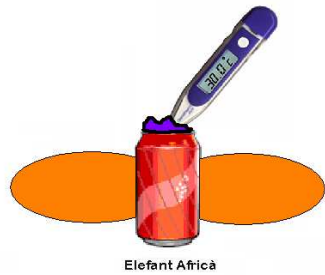
ABANS PRÀCTICA dels GOTS D'AIGUA (evaporació)

ABANS DESPRÉS

4. A continuació hi ha un esquema que us pot servir per explicar dos fenòmens físics que hem estudiat aquests dies: la capilaritat i l'evaporació. (2 punts)
Feu una explicació dels dos fenòmens (nivell macro i nivell micro)

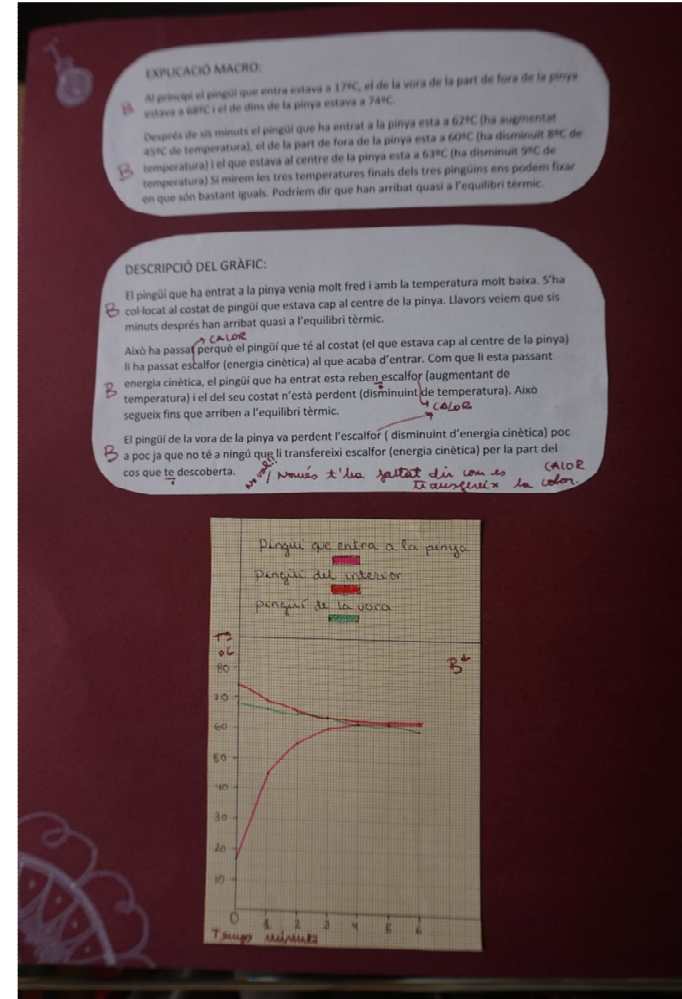


Vem agafar aigua, i li vam tirar colorant, a sobre vam ficar un clavell de color blanc i vam esperar uns quants dies. Ja pensats els dies els petels del clavell estaven tennys del color de l'aigua. Perquè l'aigua va pujar per els tubs capilars, gràcies a la seva coesió, al arribar a talt els estomacs vam deixar passar l'aigua, i l'aigua es va evaporar, és a dir que va passar de estat líquid a gasos, al sortir l'aigua es va crear un buit i va recomplir-se per més aigua.



Adaptacions dels animals a la temperatura

- 1 → Hipopòtam
- 2 → Elefant asiàtic
- 3 → Elefant africà



AGRAÏMENTS

Investigació finançada pel Ministerio de Economía y Competitividad (amb referència EDU2015-66643-C2-I-P) i realitzada en el marc del grup consolidat ACELEC reconegut per l'AGAUR (amb referència 2017SGR1399).

Al grup LIEC de l'UAB.

A Roser Pratdesaba Moreno, la professora participant, juntament amb les investigadores.

¡¡MOLTES GRÀCIES!!

Connecta't a la recerca.

**El model cinètico-corpuscular i les pràctiques científiques:
una proposta basada en la dilatació tèrmica.**

mrnebot@gmail.com
mgayan@xtec.cat

