



Parc Científic de Barcelona  
UNIVERSITAT DE BARCELONA

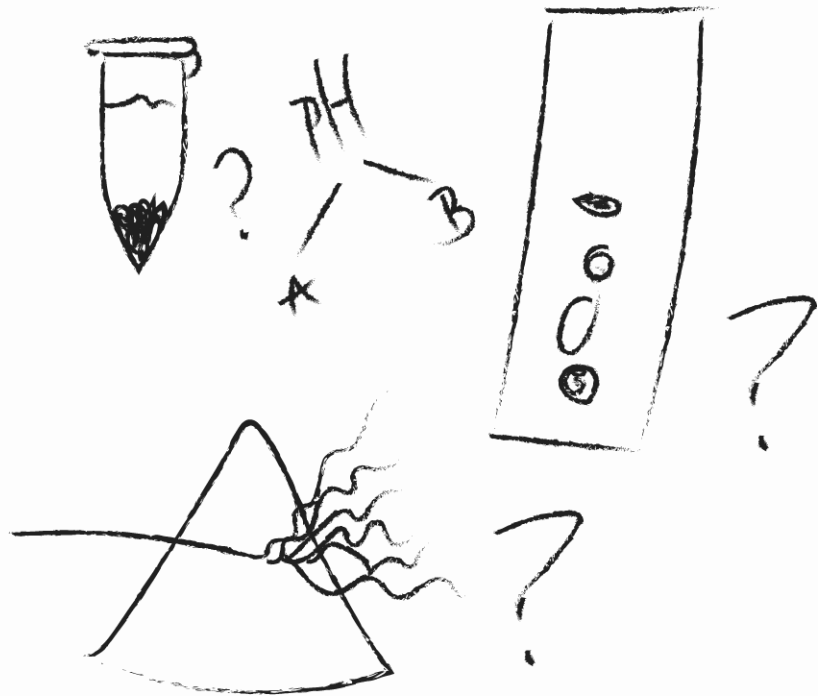
ENDINSA'T a la

**RECERCA**

Cicle de tallers  
d'experiments

Vine a fer experiments sobre  
projectes de recerca actuals

Coneix els investigadors  
que estan treballant en  
aquests projectes



PROTOCOL D'EXPERIMENTACIÓ 1-2 ESO

# Experimenta amb tècniques de laboratori aplicades a la recerca

Investiga les bases de la física i la química que  
s'amaguen darrera les tècniques de laboratori

[www.pcb.ub.edu/recercaensocietat](http://www.pcb.ub.edu/recercaensocietat)



# **Tècniques de laboratori aplicades a la recerca**

**Com es fan experiments a un laboratori de recerca?**

**Principis de física i química darrere les tècniques de laboratori aplicades a la recerca**

## Introducció

*Com creem el coneixement? El mètode científic*

Podríem dir que el coneixement és un conjunt ordenat de saber que tenim sobre algun tema en determinat i que ens permet comprendre fets, conceptes o principis del mateix mitjançant l'experiència i l'estudi.

El coneixement científic fonamenta la seva construcció a base d'utilitzar un mateix mètode, que intenta ser el més objectiu possible i que assegura la reproductibilitat dels experiments, així com la possibilitat de que el coneixement adquirit sigui contrastat. Aquesta és la principal característica que distingeix el mètode científic d'altres mètodes d'adquisició de coneixement, deixa que la realitat sigui la que contrasta les prediccions fetes, recolzant-les o desafiant-les, i deixa la porta oberta a aquest desafiament podent-se reproduir els experiments per altres investigadors.

Així, el coneixement científic mai s'acaba de construir, sempre és la millor interpretació possible a partir de les dades que es tenen en un moment determinat, i no es construeix sobre idees o interpretacions, sinó sobre evidències empíriques, observables i mesurables, emprant els principis de raonament lògic. I la comunicació i publicació dels resultats, així com els procediments i metodologies emprats resulta fonamental per tal de permetre la reproductibilitat i la verificació dels resultats obtinguts.

Encara que els procediments varien d'un camp d'investigació a un altre, hi ha un seguit de característiques comuns que distingeixen la investigació científica d'altres mètodes d'obtenció de coneixement. Amb el mètode científic es proposen hipòtesis com a explicacions dels fenòmens i es dissenyen estudis experimentals per posar a prova aquestes hipòtesis a través de les prediccions que es poden derivar dels experiments

realitzats. El més fonamental d'aquest mètode és que aquestes passes han de ser repetibles o reproduïbles per altres científics, de manera que així es redueix la possibilitat d'error i es permet el contrast dels resultats.

Les disciplines científiques empíriques en general segueixen un seguit de passes per arribar a coneixements vàlids:

## 1. Observació

Cal una observació precisa dels fenòmens que succeeixen a la natura. En aquesta etapa es recol·lecten i quantifiquen totes les dades possibles extretes de l'observació de la realitat. A partir d'aquestes observacions es pot detectar un fet que no es pot explicar amb les teories que coneixem, o algun succés que les contradueixi. Durant aquest procés, s'aniran resolent més d'una pregunta, no tan sols la causal (per què....?) sinó preguntes que puguin ajudar a anar avançant en el procés d'observació per anar acotant la pregunta final. I tanmateix serà important iniciar un procés de documentació sobre el coneixement que ja existeix respecte al tema investigat.

**Exemple:** Observació de nitrogen líquid i neu carbònica.

*Segur que durant aquests processos t'hauran sorgit varies preguntes, que hauràs intentat contestar a partir del què has observat i fins i tot podries buscar informació sobre la temàtica de les teves observacions.*

## 2. Formulació d'hipòtesis

Una hipòtesi és una suposició feta a partir de raonaments lògics fonamentats que intenten explicar l'observació feta. I la seva formulació ha de permetre: posar-la a prova a partir d'evidències, posar a provar la seva falsedat, oferir respostes del tipus si/no, i oferir resultats que es puguin mesurar. Amb la hipòtesi elaborada, si és bona, es podran fer prediccions, que permetran, a través de l'experimentació, avaluar-ne la seva consistència.

**Exemple:** Planteja una hipòtesi sobre el seu comportament. Què està passant ?

*Planteja una hipòtesi a partir de les observacions fetes, que compleixi els requeriments explicats.*

*Posa l'exemple d'un hipòtesi no avaluable.*



### 3. Experimentació

A través del disseny i execució d'experiments procedimentals es podrà posar a prova la hipòtesi. Sovint aquesta fase, intenta reproduir el fenomen a un laboratori, i requereix de procediments i tècniques que permeten quantificar diferents aspectes. A partir dels experiments s'obtidran uns resultats mesurables, que es recolliran per al seu anàlisi.

Exemple: *Experimenta i observa el que passa.*

### 4. Extracció de conclusions

El resultat de l'anàlisi fet a partir de les dades de l'experimentació permetrà concloure la veracitat de la hipòtesi. Si resulta ser falsa, ara es té més informació per reformular una nova hipòtesi que caldrà contrastar. Si resulta ser certa, caldrà posar-la a prova novament d'altres maneres, i probablement sorgiran noves preguntes per acabar d'entendre el fenomen, a les que caldrà fer noves hipòtesi i contrastar-les.

Exemple: *Analítza els resultats que has obtingut i conclou si la teva hipòtesi és certa o falsa.*

### 5. Elaboració d'una teoria

Aquest procés es pot realitzar quan ja s'ha investigat molt sobre un tema i es disposa de suficient informació verificada per elaborar un model que doni resposta a un conjunt ampli d'observacions.

### 6. Comunicar els teus resultats

Aquest punt és crucial per tal de donar a conèixer els nous descobriments, tant a la comunitat científica, aportant noves dades per tal que es pugui avançar en el coneixement, com a la societat. Però a més, resulta una passa fonamental en el propi mètode científic perquè deixa a l'abast tots els procediments experimentals i totes les observacions i resultats obtinguts per tal que puguin ser reproduïts i posats a prova per d'altres científics, de manera que sempre podrà quedar contrastada empíricament. I la seva certesa es basa en aquesta capacitat de ser contrastada.

## Les tècniques per a l'experimentació

Per tal de mesurar la realitat cal fer dissenys d'experiments que permetin obtenir dades mesurables i que puguin ser reproduïbles. Al llarg de la història s'han anat desenvolupant diferents tècniques de laboratori que permeten o bé fer aquestes mesures o bé fer alguna passa necessària per avançar cap a aquestes. Actualment existeixen una varietat molt gran d'elles i cada una d'aquestes es fonamenta en diferents principis científics.

En els diferents projectes de recerca, encaminats a posar a prova diferents hipòtesis, els investigadors usen un seguit de tècniques amb diferents finalitats:

- Necessitarem caracteritzar el que veiem (Ta, pH, color,...)
- Analitzar els components
- Separar components
- Mesurar i visualitzar aspectes morfològics
- etc,...

Amb aquest protocol volem posar en pràctica i que entengueu els fonaments de diferents tècniques de laboratori que s'usen normalment en recerca en camps tan diversos com la biomedicina, la química, la física o la medicina, entre d'altres.

### *Normes de seguretat al laboratori*

El treball al laboratori requereix de molts bons hàbits, cura i precisió. És molt important seguir unes normes de seguretat per no corren cap risc i per protegir les mostres de cap contaminació.

- Queda absolutament prohibit treballar en el laboratori sense bata i ulleres de seguretat.
- Cal portar el cabell llarg recollit, les mans sense anells i les ungles curtes. El calçat, sense talons alts, haurà de cobrir totalment els peus. No s'admeten lents de contacte al laboratori.
- Les reaccions en què hi hagi producció de qualsevol gas s'han de fer sempre a la vitrina amb l'aspirador funcionant. L'atmosfera del laboratori cal que estigui el més neta possible.
- Els productes sempre han d'estar etiquetats.
- No olorar, ni tastar cap dels productes, no coneixem les seves propietats.
- Els tubs d'assaig cal mantenir-los en les seves gradetes.
- No s'ha de retornar mai l'excés de reactiu al recipient original.



- Els residus s'han d'emmagatzemar en els llocs disposats a aquest efecte i no s'han de llençar a les piques o papereres del laboratori.
- En cas d'accident aviseu immediatament al professorat.

#### Material:

Pipetes automàtiques d'1 mL	Pipetes automàtiques de 0-200 uL
Puntes blaves	Puntes grogues
Espàtules o culleretes	Paper de plata o pesafiltres
Pinces pel Nitrogen líquid	2 plaques de petri amb medi
6 vasos o pots amb aigua pel CO <sub>2</sub> sòlid	6 tubs per mesclar aigua i oli
6 tubs amb 10 mL d'aigua	6 embuts
6 filtres ja preparats	6 tubs per recollir el filtrat
6 gradetes per eppendorfs	6 vasos amb aigua (no cal destil·lada)
12 eppendorfs per grup (72 en total)	2 tubs per tires test glucosa
Paper de filter	

#### Productes:

Nitrogen líquid	Neu carbònica
Aigua destil·lada	100 mL d'oli
100 g de sucre	100 g de sal
BSA en solució [donada]	100 mL de reactiu de Bradford
3 capsosTires test glucosa	LLet
Àcid clorhídric (sal fumant)	àcid acètic (vinagre)
Suc de taronja o llimona	Bicarbonat de sodi
Lleixiu	After Bite
Fenolftaleïna	Roig de metil

*Amb aquest protocol us convidem a posar-vos la bata i fer d'investigadors posant a prova tècniques de laboratori que s'utilitzen actualment en recerca!!! habituals en el laboratori per a la recerca en diferents camps!!*

#### Preparació de mostres: mesura i filtratge

Preparació d'una solució saturada de sal (Clorur de sodi, NaCl) o de sucre (sacarosa  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) – Volem posar a prova i descobrir si hi ha un punt de saturació, i alhora esbrinar la quantitat de solut que és capaç de dissoldre's a la solució i si és igual per a diferents soluts.

### *Protocol*

Mesura la quantitat de sòlid dissolt en 10 mL d'aigua

Pesa 5 grams de sal comuna o de sacarosa

Posa'ls dins d'un tub amb 10 mL d'aigua (dissolvent)

Remena fins a dissoldre la màxima quantitat de sòlid (solut)

Prepara la filtració: un tub, un embut i un paper de filtre

Filtra la solució arrossegant el precipitat del fons.

Deixa assecar el paper de filtre amb el sòlid retingut (residu)

Pesa el paper, ja sec, amb el residu i li restes el pes del paper de filtre sol.

Aquesta serà la quantitat de solut que no s'ha dissolt, si es resta de l'inicial sabrem quina quantitat s'ha dissolt en 10 mL d'aigua

La **filtració** és una operació física que, basant-se en la mida diferent de les partícules d'una mescla heterogènia sòlid/líquid, permet separar les sòlides mitjançant filtres. El líquid és capaç de travessar el filtre, el qual reté les partícules de sòlid. Es fa passar el líquid a través d'un paper de filtre que és una mena de tamís, amb uns orificis molt petits que permeten el pas dels líquids però que impedeixen el pas dels sòlids.

El líquid que travessa el filtre s'anomena filtrat, i el sòlid que ha quedat retingut pel filtre s'anomena residu.

### *Com utilitzar la balança*

Les balances són instruments destinats a determinar la massa d'un cos. Aquesta mesura és una operació comuna en un laboratori.

Per pesar una quantitat de solut sòlid fem:

- Primer encendre la balança.
- Posem el vidre de rellotge sense res
- Tarem la balança
- Afegim, amb l'espàtula o cullereta, solut fins que sigui la quantitat volguda
- Passem aquesta quantitat a dins del recipient que utilitzarem

Finalment, hem de deixar la balança NETA

Preguntes:

Què vol dir tarar?

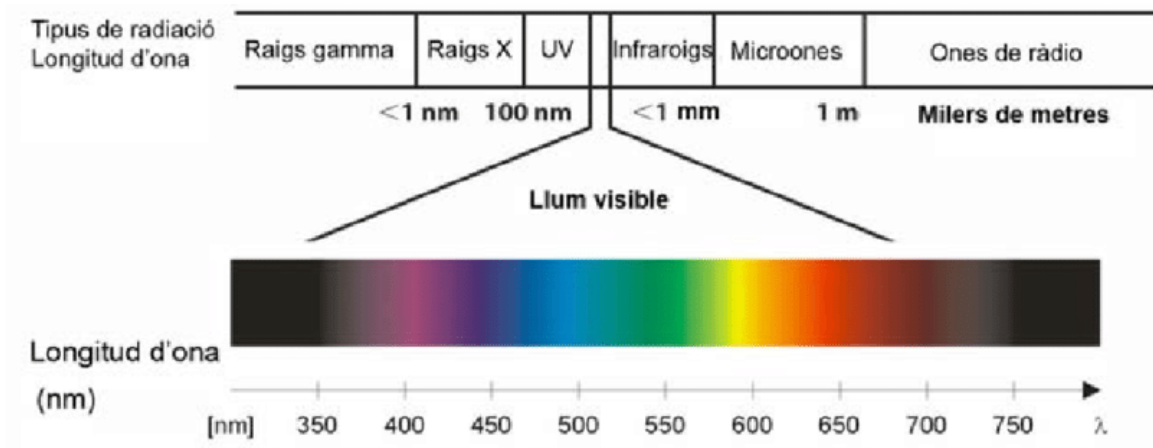
Per què serveis el vidre de rellotge?

## Treballem amb la llum: espectroscòpia

L'espectròmetre és un aparell que els científics utilitzen per a l'observació visual de l'espectre de la radiació estudiada. Les dades que n'obtinguin els pot donar informació indirecta de les mostres estudiades, que els permet caracteritzar-les o quantificar-les.

El color és una propietat perceptiva causada per la llum quan aquesta interacciona amb l'ull, el cervell i la nostra experiència. La percepció del color es veu altament influïda per els colors adjacents en l'escena visual. El terme color també s'empra per a destacar la propietat dels objectes que creen aquestes sensacions.

Tot cos il·luminat absorbeix una part de les ones electromagnètiques i reflecteix les restants. Les ones reflectides són captades per l'ull i interpretades en el cervell com a diferents colors segons les longituds d'ones corresponents.



Color	Interval de longitud d'ona	Interval de freqüència
violat	~ 380 a 430 nm	~ 790 a 700 THz
blau	~ 430 a 500 nm	~ 700 a 600 THz
cian	~ 500 a 520 nm	~ 600 a 580 THz
verd	~ 520 a 565 nm	~ 580 a 530 THz
groc	~ 565 a 590 nm	~ 530 a 510 THz
taronja	~ 590 a 625 nm	~ 510 a 480 THz
vermell	~ 625 a 740 nm	~ 480 a 405 THz



## Procediment experimental per a fer una dilució per conèixer la concentració de proteïna

Mesurarem la concentració de proteïna a una dissolució a través d'una mesura indirecta del color, com faríem a través de l'espectrofotòmetre. Aquest tipus de mesures són molt habituals en qualsevol experiment de laboratori.

El procediment serà preparar 3 dilucions, 1/10; 1/100 i 1/1000 de la solució de concentració coneguda de proteïna (BSA). La intensitat del color ens indicarà la concentració de proteïna:

- 1/10: posar en un tub d'assaig 900 uL d'aigua destil·lada i afegir 100 uL de la solució mare i agitar
- 1/100: posar en un tub d'assaig 900 uL d'aigua destil·lada i afegir 100 uL de la solució 1/10 i agitar
- 1/1000: posar en un tub d'assaig 900 uL d'aigua destil·lada i afegir 100 uL de la solució 1/100 i agitar i treure 100 uL d'aquest tub
- Preparar 1 tub amb 900 uL d'aigua destil·lada
- Afegir a cada tub (4 en total) 100 uL de reactiu de Bradford i agitar. Esperar una estona i veure els colors que s'obtenen

*Ampliació:* Anàlisi de glucosa mitjançant les tires de glucosa.

## Separació dels components i anàlisi: precipitació i cromatografia

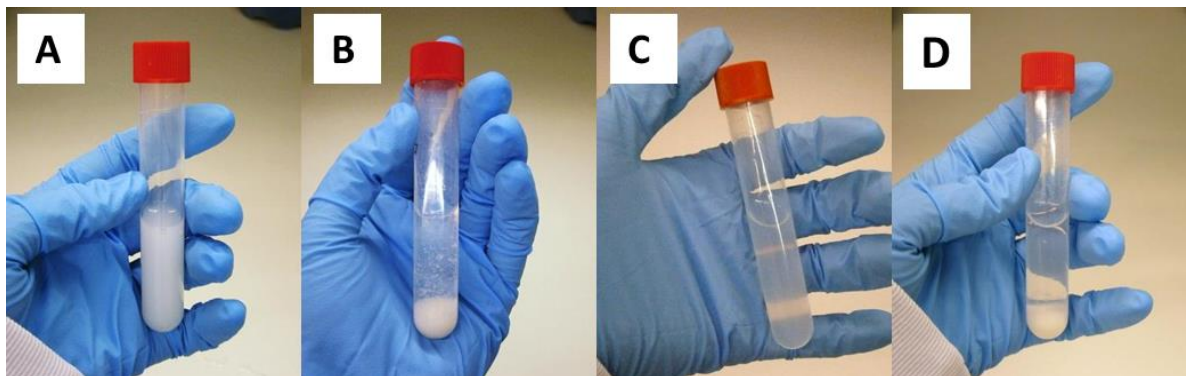
Generalment, a la natura i per tant al laboratori, les substàncies es troben en forma de mescles o compostos, i per poder treballar i analitzar-les resulten necessàries tècniques de separació com a mètodes físics de purificació.

Cada tècnica de separació consisteix a que una mescla sigui sotmesa a un tractament que aprofiti les propietats de cada component per separar-la en 2 o més substàncies. El mètode de separació es trobarà atenent les propietats particulars de cada component (punt d'ebullició, densitat, pressió de vapor, punt de fusió, solubilitat, entre d'altres) i les diferències més significatives entre els diferents components.

Algunes de les tècniques de laboratori molt emprades en recerca biomèdica, són per exemple, la precipitació i la cromatografia, ambdues per a la separació de components per al seu anàlisi posterior.

## Precipitació de les proteïnes per acció del medi àcid o bàsic

La precipitació és un procés d'obtenció d'un sòlid a partir d'una dissolució. Per exemple, en recerca biomèdica sovint interessa fer una separació de les proteïnes i el mètode més emprat és la precipitació. Les proteïnes poden precipitar per acció de la calor, com quan es fa un ou ferrat, però també quan es varia el pH de la solució on es troben, com quan s'obté l'ovoalbúmina de la llet en afegir-hi suc de llimona que és àcid per després fer iogurt o formatge.



Quines substàncies àcides i bàsiques coneixes?

Què és un indicador de pH?

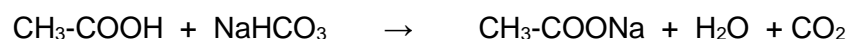
El procediment d'aquesta part experimental serà:

- A un tub d'assaig amb solució de bicarbonat de sodi s'afegeixen 2-4 gotes de fenolftaleïna. Observa el color que presenta ara la solució i anota'l.
- A un altre tub d'assaig amb solució de vinagre (àcid acètic) s'afegeixen 2-4 gotes de fenolftaleïna. Observa el color que presenta ara la solució i anota'l
- Es mesclen els líquids dels dos tubs. Observa el color que presenta ara la solució

La fenolftaleïna és un indicador àcid - base, com el suc de la col lombarda.

Substància	Color Fenolftaleïna/Col lombarda
Hidrogen carbonat de sodi o bicarbonat	
Àcid acètic o vinagre (àcid)	
Mescla o reacció	

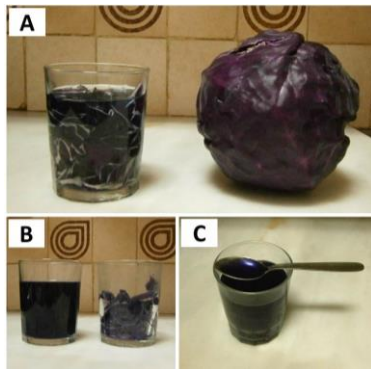
En mesclar els dos líquids, l'àcid acètic del vinagre reacciona amb el bicarbonat de sodi i dóna acetat de sodi (una sal), aigua i diòxid de carboni GAS.



## FENOLFTALEÏNA



## COL LOMBARDA



## *Separació dels components de la tinta xina per cromatografia*

La cromatografia és una tècnica que permet la separació i quantificació de substàncies molt similars en estructura i propietats químiques. Existeixen diferents tipus de cromatografies segons la mostra a analitzar, però bàsicament es tracta de separació de mescles en la que els seus components se separen en dues fases: una estacionària de gran àrea superficial i una mòbil. La fase estacionària retarda el pas dels components de la mescla que interaccionen amb la fase estacionària segons polaritat, solubilitat relativa o adsorció. Quan els components passen a través del sistema cromatogràfic a diferents velocitats, de manera que fan servir temps diferents per travessar el sistema, el que anomenem temps de retenció.

Separació dels components de la tinta xina amb el següent procediment:

- Es retallen 4 tires de paper de filtre de 15 x 1 cm
- A 2 cm de la base de la tira de paper es pinta una línia dels diferents colors que es tingui, una negra, una blava, una verda i una vermella o groga o ...



- Mentre es deixa assecar es preparen els 3 tubs amb 1 mL a cadascun de les fases mòbils, 1 mL d'aigua, 1 mL d'alcohol de 96°, 1 mL de mescla d'aigua i alcohol (1/1)
- S'introdueixen una tira amb la línia de color, preparada anteriorment, a un tub i les altres als altres tubs evitant que la línia de tinta no toqui el dissolvent
- Observar com va pujant per capil·laritat el dissolvent i es van separant (o no) els colors que conformen cada color
- Treure els papers quan ja s'ha observat la separació. Es poden guardar un cop secs.

*Ampliació:* Extracció dels pigments vegetals d'una fulla. Cromatografia i separació de la clorofil·la, xantofil·la i carotens.



Informació addicional

Pàgines web sobre el Mètode Científic

<https://sites.google.com/site/cienciesdelavida/home/metode-cientific>

<http://www.ub.edu/oblq/oblq%20cat>

Pàgines web sobre les tècniques utilitzades en aquest taller



Qualitat educativa  
Consell de Coordinació  
Pedagògica

**FES**  
**RECERCA**  
Cicle de tallers  
d'experiments

Organitza



**Parc Científic de Barcelona**  
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Amb la col·laboració de



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

Amb el suport de



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



RED DE UNIDADES DE  
CULTURA CIENTÍFICA  
Y DE LA INNOVACIÓN



Ajuda'ns a millorar, deixa'ns la teva opinió!



<https://es.surveymonkey.com/r/FR1920>

Participa a les nostres xarxes socials!



#recercaensocietat



@PCB\_UB



@ParcCientificdeBarcelona