

Aprentatge de la ciència a través de la cuina

Learning science in the kitchen.

Pere Castells /Fundació Alícia Centre Internacional de Cultura de l'Alimentació i Recerca Gastronòmica de Sant Benet de Bages



resum

Les explicacions científiques de fenòmens culinaris indiscutiblement contribueixen a l'aprenentatge de la ciència. La cuina és un vehicle evident d'aquest argumentari. Dissolucions, emulsions, reaccions, dispersions, acidificacions, filtracions, etc. són alguns dels conceptes científics que es poden explicar des de la cuina.

paraules clau

Ciència, cuina, emulsions, model, oli d'oliva.

abstract

Scientific explanations of kitchen phenomena without doubt contribute to the learning of science. The kitchen is a valuable resource for this kind of discussion. Some of the best scientific explanations that can be done in the kitchen include –solutions, emulsions, reactions, dispersions, acid products,....

key words

Science, kitchen, emulsion, model, olive oil.

Introducció

La ciència està present fins i tot als fenòmens més quotidians. La cuina és el nucli de confluència per on hem de passar diverses vegades al dia i és ben cert que es produeix ciència en cada procés que hi realitzem. Només cal observar, interpretar, experimentar i concloure per aprendre.

Apropar la ciència a la vida quotidiana, preferentment a la cuina

Des de la Fundació Alícia, i amb la intenció de donar a conèixer la nostra recerca i elaborar eines que puguin ser útils per a l'ensenyament de les ciències a la secundària, oferim uns tallers per

als estudiants i el professorat amb temàtiques molt lligades a les ciències experimentals de l'ESO i la Química i les Ciències per al Món Contemporani del Batxillerat, dins el marc del projecte Ciència i cuina, els objectius del qual són:

-Apropar la ciència a la vida quotidiana, preferentment a la cuina.

-Analitzar fenòmens habituals a les llars des del punt de vista científic.

-Desmitificar la física, la química i la biologia com a ciències complicades, inaccessibles i perjudicials.

-Promoure la participació dels alumnes en propostes de ciència i cuina.

-Estimular els alumnes en el plaer de cuinar a través de les explicacions de fenòmens culinaris.

En aquest article s'inclou la relació de tots els títols dels tallers que s'ofereixen al professorat i als alumnes de ciències de l'educació secundària i s'exposa el contingut i desenvolupament d'un dels tallers, en concret el que porta per títol Les unions impossibles. Greixos i aigües. Les emulsions.



Nois i noies fent els tallers a la Fundació Alícia

Aquest taller pretén obtenir coneixement científic a través de la cuina, en concret al voltant de temes que poden semblar complexos com el de les dissolucions i les emulsions.

Relació dels tallers que es proposen des de la Fundació Alícia

Els tallers que en l'actualitat s'ofereixen des de la Fundació Alícia s'han classificat en 5 blocs, dins dels quals es treballen diferents temes, que es desglossen a continuació. (En aquests moments estan dissenyats els següents: 1, 5, 9, 12 i 13).

Bloc 1: LA MATÈRIA. CLASSIFICACIÓ I SEPARACIÓ

TEMA 1 Les unions impossibles. Greixos i aigües. Les emulsions.

TEMA 2 Les escumes. Aire en aliments.

TEMA 3 Les dissolucions. Sucre, sal ... en aigua.

TEMA 4 La destil·lació. El món del vi. Els aromes dels aliments (olis essencials).

Bloc 2: ESTATS DE LA MATÈRIA

TEMA 5. L' estat sòlid gelatinós. El món tou.

TEMA 6. Els líquids. L'oli un líquid especial. Les textures viscoses. Els espessants.

TEMA 7. Els gasos. El gas del cava.

TEMA 8 Canvis d'estat. Congelar-descongelar aliments.

Bloc 3 : PROPIETATS DE LA MATÈRIA

TEMA 9. El color. Cuinem en colors.

TEMA 10 Propietats bàsiques. Massa, volum i densitat dels aliments.

TEMA 11. La temperatura. La ciència de la xocolata.

Bloc 4: PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICS

TEMA 12. Reaccions àcid-base. Àcid-no àcid, aquesta és la qüestió.

TEMA 13 Osmosi i Maillart. Descubrim fenòmens culinaris.

TEMA 14 L'oxidació. Els aliments s'oxiden?

TEMA 15 Sucres, acidesa i pectina. El secret de les mermelades.

Taller. Les unions impossibles.

Les emulsions

Què podem fer per barrejar greixos i aigua?

Els objectius d'aquest taller són:

- Observar els dos móns.
- Experimentar amb productes solubles i insolubles en aigua (hidròfils i lipòfils, respectivament) i com es poden unir.
- Experimentar la unió de l'aigua amb l'oli
- Aplicar les experimentacions a la cuina.

En aquest taller es parla de dos grans grups. Un el formen els "productes amics de l'aigua", tècnicament anomenats "hidròfils" i són fonamentalment els productes que es dissolen en aigua. L'altre el formen els "productes amics dels lípids" que tècnicament s'anomenen "lipòfils" i que es dissolen en greixos.

Podríem dir que pertanyen a móns irreconciliables i en principi semblaria que no poguessin estar junts. Però sabem que si volem ajuntar el món de l'aigua amb el món dels olis, podríem utilitzar dos mètodes:

- Mètodes físics. Mesclar-ho manualment o mecànicament amb aparells d'agitació. És però una emulsió inestable.

- Mètodes químics. Amb la utilització d'emulsionants. L'estabilitat de la mescla pot ser molt gran.

El taller s'estructura en un seguit d'activitats amb objectius específics i que es detallen a continuació. S'especifiquen els objectius concrets de les activitats, les preguntes que es fan als alumnes, a les quals aniran trobant resposta durant la realització del taller, i les informacions que es consideren de més interès per a cadascuna de les activitats.



material per a l'alumne

FITXA AMB ALGUNES DEFINICIONS

- **D EMULSIÓ:** dispersió col·loïdal entre dos líquids no miscibles, com el greix i l'aigua en la llet, les maioneses, que són gotes d'oli disperses en aigua, etc.
- **EMULSIÓ O/W:** és la que es crea en un medi on l'aigua és el majoritari i l'oli està en menor quantitat, com la maionesa, la nata líquida, etc. Cal tenir en compte que es mesura la quantitat de molècules i no la massa o el volum.
- **EMULSIÓ W/O:** és la que es crea en un medi on l'oli és el medi majoritari i l'aigua en menor quantitat, com ara la margarina, els gelats, etc.
- **EMULSIONANT:** producte que fa possible la formació i manteniment d'una emulsió o mescla homogènia de dos líquids no miscibles entre ells, com l'oli i l'aigua.
- **COL·LOIDES:** dispersió de molècules molt grans o d'agregats moleculars en un líquid, normalment aquós, on no es dissolen, encara que, a simple vista, ho sembli. La mescla resultant sol ser notablement més viscosa que l'aigua.
- **VISCOSITAT:** capacitat d'un líquid per fluir a una temperatura determinada.
- **DENSITAT:** relació entre la massa i el volum d'una substància o d'un material.
- **GOMA XANTANA:** hidrat de carboni de tipus fibra que s'utilitza com a additiu espesidor i estabilitzant. Per les seves propietats, és un hidrocol·loide. S'obté de la fermentació de midó de blat de moro amb un bacteri (*Xanthomonas campestris*) que és present en les cols.

(Informació del Lèxic Científic-gastronòmic, Planeta.)



material per a l'alumne

Informació tècnica

Per "unir" el món de l'aigua amb el món dels olis (greixos) es pot fer el següent:

1. Mesclar els greixos i l'aigua manualment o amb aparells d'agitació ⇨ Emulsió inestable
2. Utilització d'emulsionants ⇨ Emulsió estable

- "Productes amics de l'aigua": Tècnicament anomenats "hidròfils" o "lipòfils" (enemics dels lípids). Són productes que es dissolen en aigua.

- "Productes amics dels lípids (greixos, olis)": Tècnicament anomenats "lipòfils", es dissolen en greixos.

Material per a cada grup de treball format per 4-6 alumnes

- 30 tubs d'assaig amb tapa (per fer l'emulsió amb agitació).
- Gradeta per posar els tubs.
- Recipients per fer l'emulsió.
- Gots petits.
- Agitador manual.
- 1 cassó per escalfar.
- Peces per fer una maqueta d'una emulsió
- Llet sencera o semidesnatada.
- Oli d'oliva (ampolla preparada i tapada).
- Oli d'oliva en biberons.
- Emulsionant monoglicèrid.
- Xocolata.
- Aigua.
- Goma xantana (dosificació preparada).
- Carragenat iota.

Activitats del taller

Activitat 1. Què passa quan intentem barrejar l'aigua amb un greix com l'oli? Construïm maquetes de l'oli i l'aigua.

Els objectius concrets d'aquesta activitat són:

- Experimentar amb el comportament de l'oli i l'aigua quan els intentem mesclar i amb la densitat dels dos líquids.

- Oferir i deixar manipular als alumnes un "model visible" (amb peces de jocs de construcció) que faciliti als alumnes veure que el món de les aigües i dels olis no es pot unir sense algun mètode especial.

Per a la construcció de maquetes, els alumnes utilitzen peces de jocs de construcció. En el nostre cas hem escollit peces amb diferent manera d'unir-se i amb un color predominant diferent. En concret:

*Peces del món de les aigües: conjunt de peces on hi predomina el color blau.

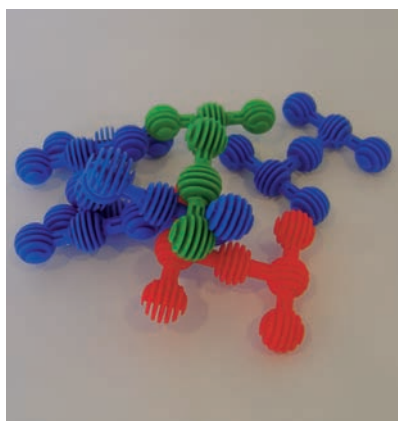
*Peces del món dels greixos: conjunt de peces on hi predomina el color groc.

En primer lloc els alumnes experimenten com es comporten l'oli i l'aigua si els intenten barrejar. Agafen un tub d'assaig i hi posen aigua fins a la primera ranura i oli fins a la segona ranura i ho deixen en una gradeta.

En el decurs de l'experimentació es van formulant als alumnes preguntes com:

- Al posar oli i aigua dins el tub, què passa i per què passa?

- L'aigua, té major o menor densitat que l'oli?



Peces per simular el món de les aigües

- Un producte més dens ha d'ésser també més viscos?

Després de familiaritzar-se amb el comportament d'aquests líquids i amb l'ajut de la informació de la fitxa de definicions, caldrà que cada grup pensi com aconseguir "barrejar-los", és a dir, "unir" aquests dos móns.

Es poden formular les preguntes:

- És fàcil ajuntar les peces del món de les aigües entre elles? I les del món dels greixos?

- Com podríeu ajuntar l'aigua i un component amic seu i com podríeu ajuntar l'oli i un component amic seu?

- Què podríeu fer per intentar unir les peces de plàstic de diferents formes i colors que corresponen al món de les aigües? I al món del greixos?

- Quina estructura hauria de tenir una peça de la maqueta per aconseguir unir el món de les aigües amb el dels greixos? Els alumnes experimenten com unir els dos móns. Generalment, se'ls acut tapar i agitar el tub on hi ha l'aigua i l'oli. Aquest és el mètode mecànic per unir els dos móns. S'adonen que com més fort l'agiten, més triguen en separar-se l'aigua i l'oli. Se'ls pregunta per alguna situació en la cuina en la que intentin barrejar oli amb alguna solució aquosa i com ho fan.



Peces per simular el món dels greixos

Es formulen preguntes com:

- Què passa si tapeu el tub d'assaig i l'agiteu amb força? Per què? Es barregen l'oli i l'aigua?

- Si deixem el tub una estona en repòs altra cop a la gradeta, amb el pas del temps, què passa? Per què?

Constantment els alumnes passen de l'experimentació a la modelització

Activitat 2. Què és una emulsió? Fem models d'emulsions amb les peces de la maqueta.

Els objectius concrets d'aquesta activitat són:

- Preparar emulsions estables utilitzant emulsionant.
- Construir maquetes d'emulsions preparades pel mètode químic alhora que es construeix el model científic d'emulsió.
- Aplicar el que han après a noves situacions, com pot ser la construcció d'una maqueta d'una emulsió O/W i d'una emulsió W/O.

Afegim al conjunt de peces de construcció un tercer tipus de peça, les que tenen un extrem similar a les peces del món de l'aigua i l'altre extrem similar a les peces del món dels greixos.

Coincideix la forma d'aquestes peces amb la que havíeu predit en l'activitat 1? Si no coincideix, que tenen diferent?

Amb les peces dels anomenats emulsionants, els alumnes han d'intentar unir el món de les aigües amb el dels greixos.



Maqueta d'una molècula emulsionant

Els alumnes tenen un emulsionant entre els productes del taller. Se'ls explica en què consisteix el mètode químic per fer una emulsió. Introdueixen el producte nou, l'emulsionant, en un tub que conté aigua fins a la primera ranura, agiten i deixen reposar. S'explica que afegim aquest producte, la xantana, perquè faci de

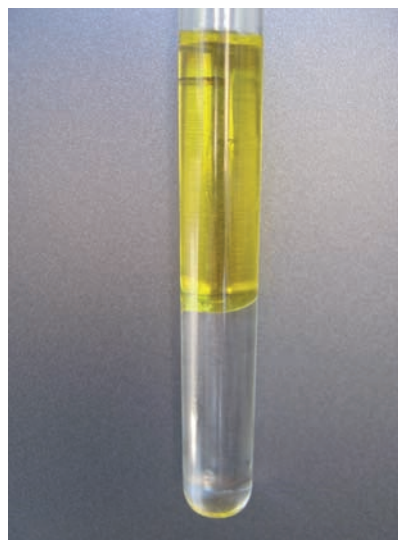
pont per "agafar" l'oli que hi afegirem després. Afegeixen oli fins a la segona ranura, tapen el tub i agiten altre cop. És així com es pot obtenir una unió impossible? Es barregen?

Si deixem el tub una estona en repòs, amb el pas del temps, què passa?

La presència de l'emulsionant ha produït algun efecte observable sobre la mescla?

Quina és la funció de l'emulsionant?

Es demana als alumnes que diguin quines característiques té la peça que representa l'emulsionant, de manera que constantment relacionin el que veuen en l'experimentació amb la interpretació a nivell molecular.



Preparació d'una emulsió

Diferents tipus d'emulsions.

Emulsions en els aliments

Ara els alumnes han de construir maquetes d'emulsions amb les peces tot fent intervenir la peça que representa l'emulsionant.

* Construir un símil d'una emulsió W/O

* Construir un símil d'una emulsió O/W

Els alumnes comenten entre ells com fer-ho, es deixa temps perquè cada grup vagi desenvolupant la tasca i en acabar mostren als altres grups les maquetes que han construït.

Es treuen conclusions del treball fet pels grups i s'explica el paper i la disposició de l'emulsionant en les emulsions O/W i W/O.

Cal que s'adonin bé que en una emulsió W/O (aigua en oli) l'aigua queda a la part interna i l'oli a l'externa. Es pot parlar que es formen boletes, són les miscel·les.

Es parla de la importància de les emulsions en els aliments i es citen exemples d'emulsions W/O i O/W. Per exemple, la maionesa és una emulsió d'oli en aigua O/W, i els emulsionants naturals que es troben a l'ou fan que l'emulsió sigui estable.

Tot mirant la maqueta d'emulsió W/O s'explica que aquesta seria l'estructura d'una margarina, emulsió d'aigua en oli.

S'acaba l'activitat parlant d'exemples d'altres emulsionants en alimentació: monoglicèrids, sucroesters, lectina etc.

Activitat 3. Una maionesa sense ou

L'objectiu d'aquesta activitat és que els alumnes coneguin què són les anomenades "lactoneses" i amb quina finalitat es poden utilitzar.

Es comenta als alumnes que possiblement hauran sentit parlar que les maioneses en mal estat poden ser l'origen de les salmonel·losis. Aquest fet és causat pel creixement de la salmo-

nel·la, que pot haver passat a la maionesa des de la closca de l'ou. Per això pot ser interessant fer una emulsió d'aspecte i textura molt similar a la maionesa però que no contingui ou.

En aquesta activitat farem una "lactonesa". Una maionesa és estable perquè alguns components de l'ou, com ara la lecitina, fan la funció d'emulsionant. Si no hi ha ou ens cal un altre aliment que tingui emulsionants, com per exemple la llet.

Per fer la "lactonesa" s'ha d'afegir 1 volum de llet i 3 volums d'oli, i agitar amb força, amb un aparell elèctric si fos possible.

Gràcies als emulsionants, s'aconsegueix estabilitzar l'emulsió. Són substàncies que permeten mantenir tots dos líquids barrejats un llarg temps, a causa de la presència en una mateixa molècula, d'una part hidròfila i una altra lipòfila.

Generalment, si els alumnes estan interessats i el temps ho permet, s'amplia aquesta activitat a exemples d'emulsions no alimentàries com ara les que hi ha en el món dels cosmètics i els detergents.

- Productes cosmètics que són emulsions, com ara cremes protectores, hidratants, etc.

Cremes W/O i O/W.

- Productes detergents, com ara els emulsionants que es fan servir per a la neteja, també anomenats emulgents.

Activitat 4. Una recepta de cuina: l'oli de xocolata. Com ho explica la ciència?

Els objectius d'aquesta activitat són que els alumnes agafin gust per la cuina i que trobin explicacions científiques als fenòmens culinaris.

Com preparar un oli de xocolata:

- Escalfem suaument 100 g d'oli d'oliva i 2 g d'emulsionant (monoglicèrid) fins a que es dispersi totalment.

- Afegim la xocolata a l'oli calent com si féssim all i oli, tot remenant per lligar-ho. Si es deixa a la nevera, quedarà solidificat com una crema.



Oli de xocolata

Després que els alumnes provin l'oli de xocolata els acostumem a preguntar si els ha agradat, i també si té alguna cosa a veure aquesta recepta de cuina amb el que han anat fent i aprenent en el taller.

Es deixa una estona perquè els alumnes discuteixin en grup quina ciència hi ha darrera l'oli de xocolata. Ens apropem a ells per donar-los "pistes" i els animem a que vagin elaborant la seva explicació científica.

Després, el representant d'algun dels grups surt a explicar-ho a la resta. Cal que quedin ben clars els coneixements científics que han adquirit.

Generalment les explicacions són força correctes, però si cal, s'han d'orientar fent-los preguntes perquè s'adonin dels possibles errors comesos.

Activitat 5. Falsa emulsió

Aquesta activitat té com a objectiu veure que no sempre les coses funcionen com estaven previstes i introdueix els alumnes en el concepte del que s'anomena "falsa emulsió"

S'indica als alumnes que facin una barreja entre oli i aigua amb la presència de carragenat iota. Utilitzen 100 g d'aigua, 2,5 g de carragenat iota i 100 g d'oli.

Han de mesclar l'aigua amb el carragenat amb un batidor elèctric i escalfar la mescla fins a portar-la a ebullició. Després, es retira del foc i s'afegeix l'oli de mica en mica, però en continu, i finalment es posa en motlles i es deixa a la nevera.

Passat un temps s'observa i es pregunta si pel seu aspecte dirien que és una emulsió.

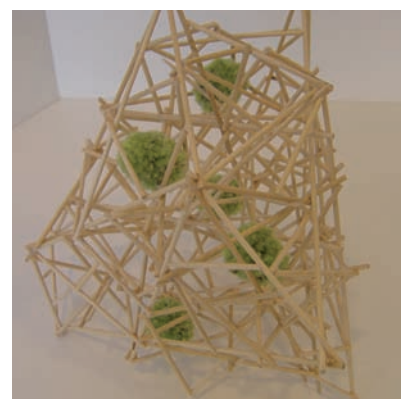
S'explica que aquest tipus d'estructura s'anomena "falsa emulsió". Després se'ls pregunta per què té aquest nom?

Quina és la diferència de color entre l'emulsió anterior de la "lactonesa" i aquesta emulsió?

Ara que semblava que ja enteníem d'emulsions, i resulta que les coses no funcionen sempre igual!



Falsa emulsió d'oli



Maqueta d'una falsa emulsió d'oli

S'anomena "falsa emulsió" perquè, quan es forma una gelificació de carragenat iota, s'atrapen gotes d'oli. No es tracta d'una emulsió, és un gel en el qual en quedat atrapades gotes d'oli i, per tant, pot tenir el color groc de



l'oli empresonat en la xarxa tridimensional de la gelificació.

S'acaba el taller convidant als alumnes, ara que ja són experts en barrejar oli i aigua i aplicar-ho a la cuina, que a casa seva continuïn aplicant-ho i experimentant amb les mil i una emulsions possibles. Poden fer les preguntes que calguin per aconseguir ser el millor grup "emulsionador".

Es dona una fitxa d'ampliació amb una taula amb els diferents sistemes dispersos. Ben segur, els podrà ajudar quan treballin a l'aula amb els professors.

Això sí, al final hauran de recollir i netejar el material. És fonamental!

L'estabilitat de les emulsions és possible gràcies als emulsionants, substàncies que mantenen les dues fases líquides barrejades un llarg període de temps

Consideracions finals

Aquest taller pretén obtenir coneixement científic a través de la cuina, en concret al voltant de temes que poden semblar complexos com el de les dissolucions i les emulsions. La cuina només ens serveix de vehicle, però en ser tan propera a tothom, és especialment adient per a treballar els conceptes esmentats.

Aquest taller es realitza des del maig de 2008 i hi han participat al voltant de 250 alumnes de 5 escoles, alguns en la versió per a l'ESO i altres en la versió adaptada al batxillerat.

Les perspectives són de creixement per satisfer la demanda d'aquest taller en el present curs.

Bibliografia

- ALICIA ET ELBULLITALLER. (2006). *Lèxic científic gastronòmic*.
 BARHAM, P. (2002) *La cocina y la ciencia*, Ed. Acribia.

material per a l'alumne

FITXA D'AMPLIACIÓ: Tipus de col·loides

Tipus	Medi de dispersió	Fase dispersa	Exemples	Característiques
Aerosol	Gas	Sòlid Líquid	Fum Boires i núvols	Són utilitzats normalment per aplicar insecticides, medicaments, cosmètics, etc
Gel	Sòlid	Líquid	Flam, mató, gelatines, etc.	El sol té una aparença de líquid viscos, mentre que el gel té molta consistència relativament sòlida perquè les partícules són com fibres allargades i entrecruades, que formen una malla tridimensional, amb buits interiors que contenen el líquid.
Sol	Líquid	Sòlid	Flam abans de refredar-se (líquid cremós calent)	
Escuma	Líquid	Gas	Escuma de la cervesa, clara batuda, nata muntada, escuma d'afaitar	Té una aparença molt esponjosa, ja que el gas crea aquesta textura. A la cuina d'alta qualitat, cada vegada són més utilitzades, com el famós aire de pastanaga creat pel cuiner Ferran Adrià.
Emulsions	Líquid	Líquid	Cremes hidratants i cremes nutritives per a la pell, pel·lícula fotogràfica, llet, maionesa, etc.	L'estabilitat de les emulsions és possible gràcies als emulsionants, substàncies que mantenen les dues fases líquides barrejades un llarg període de temps. Són exemples d'emulsionants naturals, la caseïna i l'albumina de la llet, o la lecitina del rovell de l'ou. Comercialment s'otenen emulsionants com la lecitina de l'oli de soja o els esters d'àcids grassos i sacarosa.

BELITZ, H.D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P.(2004), *Food Chemistry*, Ed. Springer.

CASSI, D., BOCCHIA, E. (2005) *La ciencia en los fogones*. Ed. Trea.

MANS, C. (2005) *La truita cremada*, Ed. Col·legi Oficial de Químics de Catalunya.

McGEE, H., (2004). *On Food and Cooking*, Ed. Hodder and Stoughton.

McGEE, H., (2007) *La cocina y los alimentos*. Ed. Debate.

PÉREZ CONESA, J. (1998), *Cocinar con una pizza de Ciencia*. IJK Editores.

THIS, H. (1993). *Les secrets de la casserole*. Ed. Belin.

THIS, H. (2004). *Los secretos de los pucheros*. Ed. Acribia.

WOLKE, R.L. (2005) *Lo que Einstein le enseñó a su cocinero*. Ed. Robinbook.



Pere Castells Esqué, químic i professor a l'IES Molí de la Vila (1980-2005), és coordinador i autor del llibre de text de Química de Batxillerat. És membre de la junta de l'ACCA. Col·labora amb la revista *Investigación y ciencia*. En aquests darrers anys, les seves actuacions en el camp de la ciència i cuina han estat encaminades a crear un nou corrent de treball entre científics i cuiners per avançar conjuntament en la investigació gastronòmica i científica.
 pere@alicia.cat