

Experiments amb aliments per introduir la ciència a classes d'infantil i primària

L'ús d'objectes i productes quotidians és una de les millors estratègies per motivar a aprendre la ciència. Els aliments i les seves propietats poden usar-se de formes molt creatives per a això. La preparació de pastissos i plats cuinats, o bé l'anàlisi creativa de les propietats de diferents aliments, són eines per aconseguir-ho. A l'article es presenta l'experiència de l'autor en l'ús dels aliments per a l'ensenyament de diferents aspectes de ciència a alumnes de primària. La motivació dels alumnes està assegurada des del primer moment.



CLAUDI MANS TEIXIDÓ

Catedràtic emèrit d'Enginyeria química de la Universitat de Barcelona. Vocal de la Junta de l'ACCA i de la Junta del Col·legi de Químics de Catalunya. Director científic del Comitè Espanyol de la Detergència, Tensioactius i Afins (CED).

ÚS D'ALIMENTS PER EXPLICAR CIÈNCIA A PRIMÀRIA

Presentació

El programa EXPER(i)ÈNCE va ser descrit amb detall per Montserrat Rivero en el volum 17 de *TECA* (2018, p. 43-51). Participo en el programa des de la seva creació el 2015. Al llarg dels cursos 2015-2016 i 2016-2017 he apadrinat els alumnes de les classes de primària de l'Escola Turó del Cargol, de Barcelona, i els cursos 2017-2018 i 2018-2019, els dels cursos de batxillerat de l'Escola Virolai, també de Barcelona. A més, altres escoles han sol·licitat xerrades a diferents nivells. I abans havia tingut contacte amb nens i nenes de primària a altres escoles, com la del Torrent de Can Carabassa i la Dovella.

L'estratègia que segueixo en aquestes activitats és treballar amb els equips de mestres el que ja tenien previst de fer, i veure de quina forma un extern —jo— pot ajudar-los. En aquest sentit, els temes i les activitats fetes no s'assemblen a les dues escoles ni en continguts ni en metodologies. Hi ha, però, una certa coincidència en

alguns dels temes desenvolupats, com els temes de salut, nutrició, noves tecnologies o ciència de la cuina. El paper del científic extern en aquests temes és doble. D'una banda, ajudar a la formació dels mestres i professors de l'escola mitjançant la introducció de temes i metodologies desconeguts o poc treballats per a ells. De l'altra, fer sessions de demostració amb productes i aparells diferents dels de les classes, per part d'una persona externa, és un element motivador gens menyspreable de cara als alumnes.

Gairebé sempre, en algun moment dels contactes, se'm demana de fer una sessió experimental amb els alumnes. El meu objectiu en aquestes sessions és sempre el mateix, independentment de l'edat dels alumnes: ajudar-los a introduir conceptes científics mitjançant objectes i productes quotidians i presents a la seva vida de cada dia.

L'objectiu d'aquest article és presentar amb detall una d'aquestes sessions. Val a dir, però, que he col·laborat en classes d'infantil i primària amb altres tipus de metodologies.¹

Una sessió experimental amb aliments i estris de cuina a sisè de primària

L'objectiu d'aquesta sessió és el d'explicar ciències al nivell dels alumnes. L'estratègia és la d'usar determinats aliments com a substrat experimental. No es tracta d'ensenyar a cuinar, ni parlar de la ciència de la cuina ni la gastronomia molecular, encara que parlar d'alguns aspectes i respondre algunes preguntes sobre aquests temes és ineludible, especialment entre els alumnes grans.

Les limitacions de temps, d'espai i de materials m'han portat al disseny d'una sessió de demostracions pràctiques, totes fetes pel professor. Els alumnes tenen un paper més passiu, no experimental, però molt participatiu perquè han de fer hipòtesis de què passarà en cadascun dels experiments, descriure el que han vist i, finalment, intentar-ho interpretar a la llum dels seus coneixements.

El punt de partida és una maleta plena de material experimental, que s'obre en públic i de la qual es van traient tots els equips, que es classifiquen ordenadament i es deixen en disposició de ser usats. Si la sala i el nombre d'alumnes són molt grans (per exemple, en el cas que dues classes s'ajuntin per a la sessió) procuro facilitar la visibilitat. Per a això dispo un portàtil amb càmera web enfocant l'àrea de treball i projecto el que la càmera va captant.

A continuació faré una llista comentada dels experiments que puc portar a terme, amb les preguntes que llanço als alumnes. Les respostes i l'explicació dels resultats observats ve al final, al següent apartat. L'ordre dels experiments és secundari, però aquesta seqüència està provada i funciona. Dura entre una hora i una hora i mitja.



1. Flotació de la coca-cola

Tiro una llauna de coca-cola *light* i una altra de normal a una galleda amb aigua. Floten o van al fons?

Aquest experiment abans sempre sortia bé amb les llaunes convencionals, perquè el contingut de la llauna de coca-cola *light* flotava, però el de l'altra, no. Actualment no es pot assegurar que sempre funcioni, perquè hi ha hagut canvis de disseny de les llaunes. Vaig publicar un estudi d'aquest experiment.² Aquest experiment és idoni per treballar la densitat, la geometria dels cossos i la composició de les barreges.

2. Barqueta que es mou sense tocar-la

Poso una barqueta d'alumini sobre una superfície d'aigua. Amb el dit mullat amb detergent de rentar plats en toco la superfície i la barqueta s'allunya instantàniament. Ho provo un parell de vegades més, però a la tercera la barqueta ja no es mou més. Per què?

En tocar repetides vegades la superfície de l'aigua amb el dit mullat amb detergent, les molècules del detergent acaben saturant la superfície, i a partir d'aquell moment ja no hi ha zones d'alta tensió superficial (aigua pura) i zones de baixa tensió superficial (aigua amb detergent). Per això la barqueta ja no és arrossegada cap a les primeres. Aquí es treballen els conceptes de tensió superficial i la seva reducció amb els detergents, així com l'estructura de la matèria. Aquest experiment no inclou cap referència a aliments, però sí a estris de cuina, i per això es descriu aquí.



3. El ball de la xocolata

Poso trossets de xocolata i algunes panses en aigua sense gas. Van al fons. Després en poso d'altres en aigua amb gas. Què faran: aniran al fons, flotaran...?

Les panses i els trossets de xocolata són substàncies que es mullen amb dificultat en l'aigua. Per densitat s'enfonsen en una aigua sense gas, però no es mullen. En una aigua amb gas, les superfícies dels sòlids s'envolten de gas i la densitat aparent disminueix prou perquè pugin. En arribar a dalt, perden les bombolles i tornen a enfonsar-se. I així successivament mentre queda gas. És interessant el concepte d'humectació diferencial entre aigua, gas i sòlid.³



4. L'ou dur cúbic

Es pot fer un ou dur cúbic? Efectivament. En porto un de ja cuit que faig amb un aparell de disseny xinès comprat al Museu dels Invents de Barcelona. Els alumnes sempre queden meravellats. I la pregunta que es pot fer és si el rovell de l'ou és també cúbic, o si és esfèric. Es talla l'ou pel mig i es pot observar que el rovell és...

La clara i el rovell de l'ou es desnaturalitzen per la calor i donen lloc a un gel elàstic que en calent pot agafar qual-sevol forma. Per això es pot donar a l'ou una forma cúbica quan se'l confina en una caixa cúbica i se'l pressiona. El rovell agafa una forma que depèn d'on havia quedat posat en fer-se dur l'ou. Si l'ou va girant en bullir, i és fresc, el rovell sol quedar al centre i la forma és esfèrica, també en un ou cúbic. Si en coure's, el rovell s'ha quedat en un extrem de l'ou, pot agafar formes diverses, com va ser el cas del nostre ou cúbic (figura 1).⁴ És interessant destacar que el procés d'endurir un ou per la calor, contràriament a la major part d'exemples, serveix perquè l'ou passi d'una fase líquida —l'ou cru— a una fase amb propietats de sòlid —l'ou cuit. També és interessant destacar que l'aigua de la clara i el rovell de l'ou no s'ha perdut, sinó que ha quedat imbibida i retinguda en el si del gel de proteïna, molt hidròfil.



5. Els esquitxos

Es posa una mica d'oli a escalfar en un plat ceràmic sobre un fogonet elèctric. Quan està a més de 150 °C s'hi tiren unes gotetes d'aigua, i es produeixen uns esquitxos notables. La pregunta és si els esquitxos són d'aigua calenta o d'oli calent.

Els esquitxos són de petites gotetes d'oli arrossegades pel vapor d'aigua que ha bullit instantàniament en contacte amb l'oli calent.⁵ Aquí es treballa el fet que els punts d'ebullició d'oli i aigua són independents, perquè són immiscibles.



6. El cervellet sense alcohol

Barrejo unes quantes càpsules individuals de la crema de llet que s'usa per fer tallats amb uns 50 ml de coca-cola. Es forma una magnífica espuma del gel de les proteïnes desnaturalitzades de la crema de llet, que han coagulat en el mitjà àcid de la beguda de cola. Amb coca-cola *light* passaria el mateix? I amb llet descremada?

Amb la cola *light* el resultat és el mateix, perquè també conté àcid fosfòric (E-338) com a acidulant, a més del gas carbònic, també àcid. Amb llet descremada també passaria el mateix, perquè també conté les proteïnes de llet, que es desnaturalitzarien igual. Aquí hi ha també la formació d'un gel de proteïna i la generació d'una espuma persistent que va a la superfície del líquid. La denominació de *cervellet* prové de quan es fa aquest experiment amb Baileys perquè llavors l'espuma té color rosat.



7. Caramel·lització i reaccions de Maillard

En un plat ceràmic, fem caramel escalfant sucre: surt un suc que fa pensar que el sucre es fon. És una fusió real o és una reacció química? A un altre costat del plat iniciem una reacció de Maillard barrejant sucre i un polsim de l' aminoàcid valina, o d'una barreja d' aminoàcids comprats a una botiga de dietètica. Quina diferència hi ha entre les dues reaccions?

La caramel·lització no és una fusió: el sucre és sacarosa, que es descompon en fructosa, glucosa i aigua. És, per tant, una veritable reacció química, que va seguida de reaccions secundàries que generen els nous gustos i colors. En el cas de la reacció de Maillard, és molt més intensa i més ràpida i genera colors molt més foscos. Si s'usa valina, arriba a sortir una certa aroma de xocolata.⁶ Tant una reacció com l'altra són molt complexes i no adequades per explicar a cap nivell d' ensenyament no universitari. Només es poden destacar els aspectes fenomenològics de color, olor i, en la caramel·lització, sabor. En el cas de les reaccions de Maillard fetes amb sucres i aminoàcids concentrats, els productes de les reaccions no són comestibles.



8. El rellotge de patata

Fem anar un rellotge digital amb una patata, fent un circuit amb barretes de zinc i coure. Quant dura una pila així?

El rellotge accionat amb patata funciona perquè en l'ambient humit del cor de la patata l'elèctrode de zinc es va oxidant i apimant a un cert ritme, i cedeix electrons que creuen el rellotge i van a parar a l'elèctrode de coure incrustat a la patata humida, que tanca el circuit. La patata tarda força a descompondre's, i sempre manté una mica la humitat. Arriba a durar mesos. A vegades l'elèctrode de zinc desapareix abans que la patata s'hagi assecat.

9. Conductivitat dels aliments

Amb un tester provem si passa corrent per diferents substàncies de la cuina: aigua, llet, oli, mel, maionesa, mantega, un ou dur, una mandarina... Quines d'aquestes substàncies són conductores i quines no? I per què?

Són conductors l'aigua, la llet, la maionesa i l'ou dur. Són aïllants l'oli i la mantega. La mandarina, depenent de si la pell dels grills és molt gruixuda o no. La mel és una mica conductora. Això ens demostra que la llet i la maionesa són emulsions en què l'oli està en forma de gotetes i l'aigua és la fase contínua que les envolta. En l'ou dur l'estructura de gel té l'aigua com a fase contínua, també. En canvi, l'oli no és conductor, i la mantega és una emulsió en què les gotetes disperses són d'aigua, i la fase contínua és el greix. La mel conté una mica d'aigua, que li dona una mica de conductivitat.



Conclusió

- ✓ Aquests experiments capten immediatament l'atenció, perquè es treballa amb substàncies i productes quotidians, i la major part es poden fer a públics d'edats molt diferents, amb les explicacions al nivell corresponent, naturalment.
- ✓ Òbviament, els aliments permeten fer tota mena d'experiments, relacionats més amb el seu comportament culinari. Es poden aprofitar festes tradicionals del calendari amb certs menjars típics per introduir conceptes científics pràctics. La preparació de panallets, o d'una coca o pastís, permet parlar de les propietats dels sòlids, de la insolubilitat d'algunes substàncies, de les reaccions de Maillard en cuire els aliments i de mil aspectes més. El fet que per torrar castanyes calgui fer-los un tall també pot ser font de reflexions sobre la vaporització de l'aigua, i l'increment de pressió que es generaria sense el tall, un cas anàleg a les crispetes. Se'n podrien trobar mil exemples més, que seran tractats en una altra ocasió.
- ✓ De tota manera, sempre he constatat que l'experiment que agrada més és el comportament d'una coca-cola mecànica de mentida, amb un sensor de soroll que, en detectar alguns sons intensos, es mou com si ballés.

Referències

1. Mans, C. (2017). *Claudi Mans, blog personal [en línia]: Es pot fer química a infantil i primària?* <<https://cmans.wordpress.com/2017/07/09/es-pot-fer-quimica-a-infantil-i-primaria/>> [Consulta: febrer 2019].

2. Mans, C. (2010). «Els misteris de la Coca-Cola». *Notícies per a Químics*, 449, p. 9-17.

3. Mans, C. (2013). «Xocolatologia experimental». *Notícies per a Químics*, 462, p. 5-12.

4. Mans, C. (2012). *Claudi Mans, blog personal [en línia]: Ous cúbics*. <<https://cmans.wordpress.com/2012/05/20/ous-cubics/>> [Consulta: febrer 2019].

5. Mans, C. (2003). «Escatxigar». *Notícies per a Químics*, 414, p. 22-25.

6. Mans, C. (2008). «Mai llard, Maillard?». *Notícies per a Químics*, 441, p. 5-11.

Totes aquestes referències, i moltes d'altres, són consultables en línia al web de l'autor, <http://www.angel.qui.ub.es/mans>. Al seu canal de YouTube també es poden trobar vídeos d'alguns dels experiments citats, i d'altres, https://www.youtube.com/results?search_query=%22claudi+mans%22.