



ANTIBOMBOLLES

Claudi Mans i Teixidó

Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgia
Universitat de Barcelona

—Què?

Antibombolles. Per parlar d'antibombolles primer hem de parlar de bombolles. Com per parlar d'antimatèria o d'anticomunisme, primer hem de parlar de matèria o de comunisme. Diuen que durant els anys quaranta, en un examen oral de filosofia un membre del tribunal li va dir a l'alumne que s'examinava: «*Ja que no sap dir-me res de Kant, digui'm almenys la refutació de les seves idees...*». No, aquí anirem per ordre.

«CHICAS BURBUJEANTES»

Aquestes noies no són les *bombolletes* de Freixenet. Vaig més enllera, als anys seixanta. A la revista d'humor de l'editorial Bruguera *Cancan* —revista per a adults, deien— hi havia la secció «*Chicas burbujeantes*». Hi havia fotos i dibuixos de senyorettes i senyores —vestides— més o menys exuberants —més més que menys—, en ambients de festa i de luxe, i textos més o menys atrevidets, més menys que més. Moltes vegades hi sortien bevent xampany, sempre hi dibuixaven unes copes com les de la figura 1. Fixa-t'hi. Hi he posat el dibuix d'una copa, i una foto on es veu un detall

de la superfície del líquid d'una copa de cava.



Figura 1. Dibuix i foto d'una copa de cava.

—*Ah, aquest dibuix és de la copa Pompadour, dita així perquè diuen que el motlle era el d'un pit de la Madame, amant de Lluís XV. No és una bona copa per beure cava, perquè es perden els volàtils. La copa tampoc ha de ser tipus flauta, perquè limita molt les bombolles. Millor que sigui de tipus tulipa, sense dibuixos ni...*

Deixa't d'erudicions de *sommelier* d'estar per casa i observa el sistema fisicoquímic constituït pel líquid i el gas. Mira l'interior del xampany.

—*Del cava.*

No, és xampany. Quan publicaven el *Cancan* la paraula *cava* era femenina, i només indicava les cavitats on el xampany reposava. La Cava era un poble de Tortosa que ara és part del municipi de Deltebre. Encara no s'havia inventat *el cava*. A més, que en aquells dibuixos, per l'ambient que pintaven devia ser *champagne* de la viuda.

Per cert, què hi veus, a l'interior de la copa?

—*Bombolles de gas carbònic.*

Molt bé. I a sobre de la copa del dibuix? I aquell puntet blanc que es veu a la foto, a fora del líquid?

—*Bombolles de gas que han sortit de la copa.*

I aquestes bombolles de fora, són iguals que les de dins del líquid?

—*Sí, clar, són del gas que arriba a la superfície i exploten. Fan sorrollet, els francesos diuen que el champagne és «pétillant»...*

O sigui, que quan arriba una bombolla a la superfície i peta, crea una altra bombolla... de gas? Si és de gas, com és que la veus al mig de l'aire?

—Bé, es una bombolla de gas carbònic recoberta de líquid.

Segur? Escolta, com t'imagines que el gas que ha esclatat s'ha tornat a recobrir de una pel·lícula de líquid per fer una altra bombolla?

—I jo què sé, no sé, m'imagino com si fos l'escuma del sabó, que n'hi ha per dins del líquid i quan arriba a la superfície fa bombolles. Doncs igual, però aquestes puguen amb més força i es desprenen.

O sigui, que tu veus que aquesta bromera del xampany és com l'escuma del detergent...

—Home, igual no ho és, realment...

Mira-t'ho de més a prop.

—No tinc xampany a mà.

Agafa aigua amb gas –xampany blanc, que deia el meu cosinet Josep Maria–, que pel cas és el mateix, i fixa't en les bombolles del gas, i mira quan peten. Realment et sembla que això que se'n desprèn són bombolles?

—No, realment no semblen bombolles.

Perquè no ho són, perquè realment són esquitxos.

—Esquitxos...! D'això ja n'havies parlat, oi?

Efectivament¹. Un esquitx és una goteta que es desprèn d'un líquid per una acció mecànica. Les bombolles són el que hi ha dins del líquid, i són de gas carbònic. I, en arribar a la superfície, esclaten i l'energia mecànica de la pressió i de la tensió superficial alliberada és capaç de fer que es despreguin petites gotetes de la superfície: són els esquitxos. Això passa en totes les begudes carbòniques.

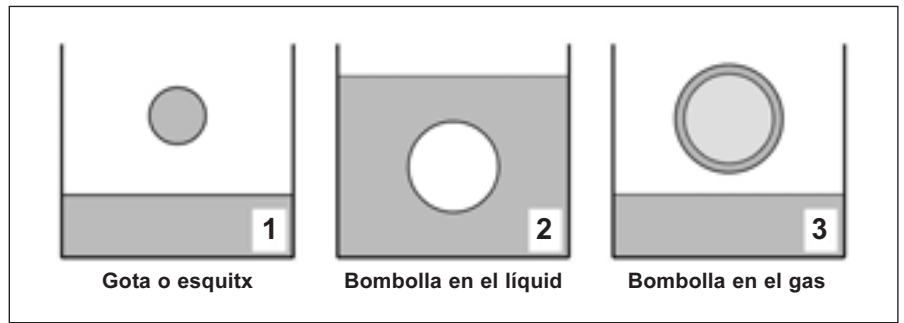


Figura 2. Bombolles i gotes.

—En totes? En totes no, a la cervesa no li passa, a la cervesa es forma escuma, una pila de bombolles agrupades a la superfície, com si fossin bombolles de sabó.

Tens raó. La cervesa és diferent. Ja veig que t'ho hauré d'explicar tot.

BOMBOLLES I BOMBOLLES

Si el títol d'aquest apartat fos escrit en castellà, no es diria *burbuja*s y *burbuj*as, sinó d'una altra manera.

—No sé per on vas.

A veure, d'entrada, digues quina és la diferència radical entre les bombolles de sabó i les del xampany.

—Que unes són de sabó i les altres de xampany.

Evident. I què més.

—Que unes són fora del líquid i les altres són a dins.

Efectivament. Les del xampany són esferes –més o menys– de gas envoltades per una massa de líquid, i les altres són esferes –més més que menys– envoltades d'una fina pel·lícula de líquid, que estan submergides en el si de l'aire.

—Però escolta, les bombolles són el gas o el gas amb l'embolcall?

Bona pregunta. Si mirem el diccionari català sembla que es refereix només al gas: «**Bombolla**: porció de gas envoltada d'un tel de líquid. Glòbul de gas en l'interior d'un líquid o un sòlid transparent». En canvi el diccionari castellà distingeix dos tipus d'objectes: «**Burbuja**: glòbul de aire u otro gas que se forma en el interior de algún líquido y sale a la superficie»; i «**Pompa de jabón**: burbuja que se forma insuflando aire en agua saturada de jabón y que se desprende de ésta». Talment sembla que en català la bombolla és només el gas, la *burbuja* també, però la *pompa* seria una *burbuja* que inclou l'embolcall. En francès –*bulle*–, en anglès –*bubble*– i en alemany –*blase*– o italià –*bolla*– sembla que no distingeixen entre unes i altres bombolles.

Mira la figura 2. Hi pots veure ben clar les gotes i les dues classes diferents de bombolles: les de dins del líquid i les de fora. Per cert que aquestes bombolles de fora poden estar formades per un gas diferent del gas en el que estan submergides. Per exemple, quan fas bombolles de sabó bufant, el gas de dins de la bombolla és el teu aire espirat, força més concentrat en diòxid de carboni que l'aire ambient.

—En Serrat canta una cançó de lletra d'Antonio Machado –«Cantares»– que diu:

¹ Repassa l'article «Escatxigar», publicat a l'NPQ n. 414/2003, pàgs. 22-25, i reproduït al llibre *La truita cremada*.

«... yo amo los mundos sutiles
ingrávidos y gentiles
como pompas de jabón.»

Per cert, les pompas fúnebres tenen alguna cosa a veure amb aquestes pompas?

No. És el segon sentit de la paraula *pompa*: cerimònia, luxe, boato. El músic Edward Elgar (1857-1934) té la composició *Pompa i circumstància*, que toquen a les pel·lícules quan es graduen estudiants dels *colleges*. I quan érem petits, a l'església havíem de renovar les promeses del baptisme, i dèiem: «renuncio a Satanás, a sus pompas y a sus obras...». Jo no sabia què eren les *pompas*, però bombolles segur que no: no m'imaginava el dimoni bufant bombolletes de sabó.

LES CINC CLASSES DE BOMBOLLES

Una vegada, no fa gaire, vaig anar a fer una xerrada sobre ciències a alumnes de 5è i 6è d'ESO, d'onze i dotze anys, d'una escola pública prop de Montjuïc. No ho havia fet mai, però no m'hi vaig negar perquè m'ho va demanar una mestra coneguda. És l'auditori més jove que he tingut de temes de ciència.

—*I d'altres temes has tingut auditoris més joves...?*

Efectivament. Però deixem-ho estar, forma part de les activitats juvenils, una mica llunyanes. Em vaig plantejar la xerrada seriosament, però d'una manera tan divertida com fos possible. Entre molts altres experiments —una mena de màgia química— vaig fer una electròlisi. Vaig preparar davant seu aigua salada, vaig introduir-li dos petits elèctrodes de carbó trets d'un joc de química i els vaig connectar a una pila elèctrica de 9 V. I, efectivament, van començar a desprendre's gasos dels elèctrodes. Tot això, jo ho anava projectant a una pantalla amb

una càmera de vídeo, perquè els de darrera de l'aula ho veiessin. I els deia que m'anessin dient què veien i què anava passant:

—*Poses aigua a un got... ara hi poses sucre... No és sucre. És sal. Ara remenes i la sal desapareix. Ara poses dues barretes negres a l'aigua. Ara hi connectes una pila. Ara no passa res. Ara surten unes bombolletes de la barreta...*

I pregunto si han vist mai que a l'aigua hi hagi bombolletes. Un clamor enorme, i per a la meva sorpresa van sortir mes tipus de bombolletes que les que jo m'esperava:

—*Quan bull.*

—*Quan bufes amb una canya.*

—*A un jacuzzi².*

—*L'aigua amb gas, o la Coca-Cola.*

—*Quan hi tires una pastilla.*

I aquesta forma de fer bombolletes, l'havíeu vist mai? —referint-me a l'electròlisi—.

—*Nooo...!*

El diàleg seguia. Pregunto què creuen que passa. Un altre clamor caòtic. Estaven entusiasmats. Però deixem-ho, i anem a les bombolles.

En les paraules dels nens tenim quatre de les cinc formes principals de tenir bombolles a l'aigua: La primera, per **ebullició** de la pròpia aigua. Les bombolles són de vapor d'aigua, clar. Per cert que, quan escalfem aigua, les primeres bombolles que es desprenen són de l'aire dissolt en l'aigua. Les bombolles de vapor d'aigua es desprenen més endavant.

La segona forma de tenir bombolles a l'aigua és mitjançant la **injecció d'aire** o d'un altre gas, bu-

fant amb una canya, o amb el *jacuzzi*. Als nens els agrada bufar els refrescos amb la canya, és el primer mètode de fer bombolles que van dir. A les piscifactories injecten oxigen per donar a l'aigua la concentració d'oxigen dissolt exacta que necessiten les truites. I a les depuradores d'aigües residuals injecten aire o oxigen a l'aigua per alimentar els bacteris depuradors. També hi injecten clor o ozó per oxidar la matèria orgànica que els bacteris no són capaços de digerir.

La tercera forma de tenir bombolles a l'aigua és per **desorció** del gas que estava dissolt a l'aigua, posant el recipient a menor pressió. Són les bombolles d'aire que deia abans, que es desprenien quan fèiem bullir l'aigua. Són les bombolles típiques de CO₂ de l'aigua amb gas —sempre amb carbònic afegit—, de les begudes carbòniques o dels vins espumosos. O de l'aigua de l'aixeta, que de vegades surt blanca perquè té gasos dissolts.

—*I per què es veu blanca? Els gasos són incolor.*

No tots els gasos són incolor. El clor es verd, els òxids de nitrogen marrons.

—*Doncs per què no es veu verda l'aigua, si l'aigua té clor?*

Perquè en té molt poc, el que té més és aire dissolt; i perquè les bombolletes es veuen blanques perquè són molt petites. Les partícules petites disperses en un líquid o gas

² Candido Jacuzzi (1903-1986) va ser un emigrant italià que va tenir set fills a Berkeley, Califòrnia, i que feia de mecànic, lampista i inventor. Un dels fills, Kenny, tenia artrosi reumatoide, i el seu oncle Ray —o el seu pare Candido, no està clar— va dissenyar una banyera amb recirculació d'aigua per alleugerir-li el dolor. Va ser el primer *jacuzzi*. Ho van patentar l'any 1968, i actualment l'empresa *Jacuzzi Brands* és la propietària de la marca. L'entrada de bombolles d'aire va venir posteriorment.

es veuen blanques perquè la mida que tenen fa que dispersin la llum: per això els núvols són blancs, per això la llet és blanca, per això els cabells es tornen blancs...

—No em prenguis el pèl, parlant de cabells.

És cert. Els cabells blancs han perdut el pigment fosc, la melanina, i són tubs buits, però plens d'aire. I com que el diàmetre interior és molt petit es veuen blancs, però la paret dels cabells és transparent.

La quarta forma de tenir bombolles a l'aigua és per la generació d'algun gas per **reacció química** en dissolució, com en les pastilles efervescentes. És el que passa amb els Alka-Seltzer's i altres pastilles efervescentes, on hi reaccionen el bicarbonat de sodi i l'àcid cítric, o l'àcid tartàric. També seran bombolles de CO₂.

—O com els sidrals, o els litines...

Uau!, feia temps que no les sentia a dir, aquestes paraules. Un sidral era un preparat fet a base de bicarbonat de sodi i àcid tartàric, amb gust de taronja o de llimona.

—Ja no en deuen vendre...

Que no? Busca *sidral* per Internet. Està més viu que mai. Hi trobem un *Sidral Mundet*, producte mexicà venut per tot Amèrica, inclosos els Estats Units, i fabricat a Mèxic per una empresa fundada per Artur Mundet³ el 1902. I ens trobem també amb l'empresa de sidrals *Bragulat*, fundada el 1900 a Mataró⁴. Segueixen venent sidrals en formes més o menys sofisticades: unes *canyes* plenes de sidral, uns sobres —abans eren cilindrets de colors— i uns increïbles *Fizzy laboratories* amb sis sobres de sidrals de gustos i colors diferents, on el nen fa les barreges que vol, li surten colors i bombolles, i al final s'ho beu tot... Química recreativa.

En Pere Tàpies tenia els anys setanta un espectacle que es deia *Del lithinés al sidral*. Un dibuixant, Jaime Martín, va dibuixar al *Pulgarcito* algunes tires del personatge *Pío Sidral, mercenario sideral*. I durant els anys 30 es feia servir a Barcelona l'adjectiu *sidralista* per referir-se a una manera de ser que perd la força per la boca, que tot és efervescència.

—I d'on ve, aquest nom de sidral?

En Coromines diu que ve de *sidra*, però no n'he trobat cap referència més. I en castellà no ho diuen. Potser ve del bable. Ho haurem de mirar a la *Gran Enciclopedia Asturiana*. El sidral Mundet mexicà és fet amb suc de poma. Serà casualitat?

—I això de muntar un sidral?

M'imagino que es refereix a tota aquella situació social on hi ha moviment, efervescència, amunt i avall, però sense excessiva transcendència tot plegat. Una tempesta en un got d'aigua.

I els litines, de nom ortodox *lithinés*... Eren els temps en que les aigües minerals amb sals de liti tenien èxit. Els *lithinés* eren sobrets de sals que, bàsicament, contenien bicarbonat de sodi i àcid tartàric, i un 1 % o així de carbonat de liti, que es barrejaven amb aigua de l'aixeta i li donaven gustet i picor. N'hi havia del doctor Dalmau, dins d'un sobre blau, i del doctor Gústín, els genuïns francesos, amb el sobre vermell. Em sembla que ja no es venen. Però sí que es venen les sodes, barreges similars sense liti, que es fan servir per beure o com a llevat químic per a pastissos. Hi ha una soda, de l'empresa *Sodas Barrachina*, que té per marca *La Bandera Nacional con la Cruz de Santiago*, que es segueix venent per les botigues i per Internet. I a l'en-vàs hi ha el que anuncia el nom...

—Deixa't estar de nostàlgies i torna a la química d'avui.

No són nostàlgies, et dic que ho venen avui.

—Parlo de la nostàlgia del fabricant d'aquesta soda.

Tornem-hi. La cinquena i darrena forma de tenir bombolletes a l'aigua és la pròpia **descomposició electroquímica** de l'aigua en oxigen i hidrogen, cosa que es fa fàcilment amb una pila elèctrica de 9 V. S'observa perfectament el bombolleig dels dos gasos en els elèctrodes. Unes bombolletes molt fines.

—Tot aquest blub-blub-blub està molt bé. Però, i les antibombolles? Ja toquen.

Ara en parlarem.

LES ANTIBOMBOLLES

Si li preguntem a un economista què és una antibombolla, et parlarà de procediments econòmics per evitar que *exploti* una bombolla financera, és a dir, una situació financera basada en preus artificialment alts i que no responen al veritable valor de les coses. Si li preguntem a un fabricant de productes químics industrials, un producte antibombolla és una formulació amb silicones o altres substàncies antiescumants,

³ L'Artur Mundet va ser un emigrant català a Mèxic, que va introduir el tap corona a la seva beguda immediatament després que s'inventés als EUA. Va ser un filàntrop que va contribuir (amb 40 milions de pessetes de 1954) a la creació de les Llars Mundet —els Hogares Ana Gironella de Mundet de la Diputació, on actualment hi ha les facultats de Pedagogia, Psicologia i Formació del professorat de la UB—, a Barcelona, i també va fundar asils i altres centres socials a Mèxic D.F. on hi té un parc al seu nom. Escolta la cançó publicitària *Sidral cucaracha* a http://www.novamex.com/mundet_es.sstg.

⁴ www.sidral.es.

dissenyada per evitar que es formin bombolles a la superfície o a l'interior d'un líquid. I si li preguntem a un químic no expert en tensioactius... el més probable és que no sàpiga què dir. Els llibres no en parlen, encara, de les antibombolles. I això que es coneixen des de fa quasi un segle. I no es coneixen gaire perquè són objectes físics poc freqüents, que no serveixen —avui per avui— per a res, i que no ajuden a explicar cap teoria. Per ara, són simples curiositats.

—Però què són?

Doncs són petites quantitats de líquid envoltades d'una fina capa de gas i submergit tot en un altre líquid. És la figura inversa d'una bombolla —*pompa*— de sabó. En pots veure un dibuix a la figura 3.

El terme d'antibombolla el van inventar C. L. Stong i K. C. D. Hickman el 1974 a un article del *Scientific American*, però el primer article científic on es parla d'aquests objectes és de Hughes al *Nature*, el 1932, encara que sembla que ja es coneixien abans. No ha estat fins fa molt pocs anys que s'ha comprès —més o menys— el mecanisme de la seva formació. Només es formen antibombolles quan s'aboca un líquid al si d'un altre des d'una certa alçada, de manera que s'atrapa una porció d'aire, com mostra la seqüència de dibuixos de la figura 4.

—Doncs jo no veig que quan cauen gotes a un líquid es formin antibombolles d'aquestes.



Figura 3. Una antibombolla.

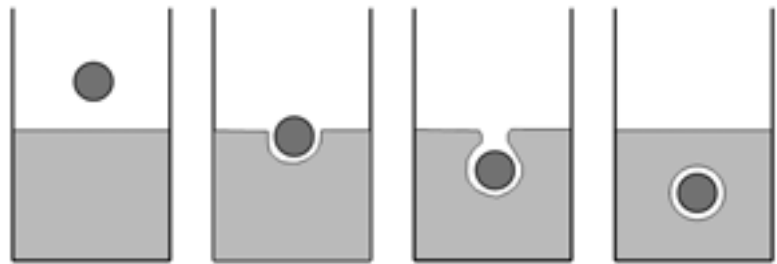


Figura 4. Mecanisme esquemàtic de formació d'una antibombolla.

No, en general no se'n formen. Perquè se'n facin, cal que la pel·lícula de gas quedi atrapada a sota i al voltant de la gota que cau. I això es facilita quan al líquid hi ha tensioactius. Per exemple, els experiments que es descriuen en els articles científics es fan amb dissolucions aquoses de detergents, o... amb cervesa.

—Cervesa!

Cervesa belga, més exactament. Els professors Dorbolo i Vandewalle, de la Universitat de Liège, a Bèlgica, després de provar-ho amb diferents dissolucions, el 2003 van usar cervesa, i se'ls van formar magnífiques antibombolles que, segons les seves paraules, duraven més de dos minuts, i es movien per l'interior del líquid com les meduses, fins que al final es desfeien. Han publicat els seus resultats a diferents articles de revistes científiques, que pots veure a les referències.

—Ho provarem de fer. Ja m'agrada aquest tipus d'investigació.

Ho he provat, i no m'ha sortit. No tenia cervesa belga, de fet. Potser la que jo he usat no tenia prou proteïnes, perquè sembla que són les proteïnes de la cervesa les que permeten establir la pel·lícula d'aire. Però ho he provat amb cafè.

—Cafè!

Cafè. No es formen antibombolles, però sí un altre tipus d'objecte que també té un interès, i que per-

met comprendre una mica la idea de les antibombolles. Per fer aquest experiment has de preparar cafè amb una cafetera d'aquestes de llixiviació.

—Les cafeteres de què?

La *melitta*. No es poden dir marques, però si abans ja he dit *jacuzzi* ara dic *melitta* i no passa res.

—Aquest *Melitta* no serà també un emigrant italià?

No, era una mestressa de casa alemanya, de Dresden, la *Melitta Bentz*. El 1908 va inventar-se això d'un paper de filtre per colar el cafè, en substitució del clàssic *mitjó*. Ho va patentar, i ara és una empresa estesa per tot el món.

No em distreguis, que estàvem fent un experiment. Prepara la *melitta* i fixa't atentament en les gotes de cafè que van caient d'una en una al recipient, quan la major part de l'aigua ja ha colat i al recipient hi ha una certa quantitat de cafè. Les gotes penetren dins del líquid, i surten amb força fent com una muntanyeta. Segur que ho has vist en anuncis publicitaris. Doncs en certs casos es forma una gota secundària que es desprèn de la punta de la muntanyeta. Mira la figura 5. No és una seqüència real sinó tres fotogrames de vídeo independents. No tinc un vídeo ultraràpid.

Si estàs de sort, veuràs que algunes gotes no es dissolen en la massa de cafè, sinó que es mantenen com a gotes dipositades a la

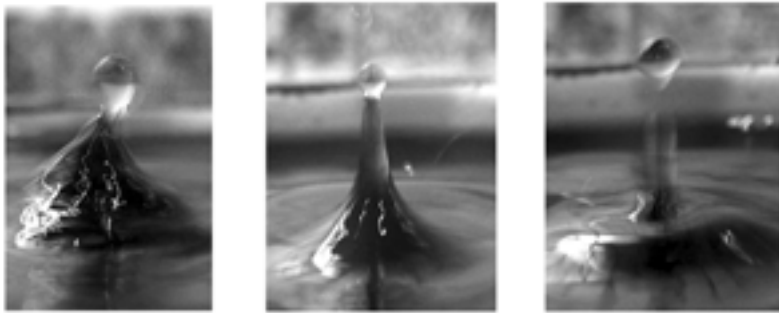


Figura 5. Procés de creació d'una gota secundària.

superfície del cafè durant algun segon. El fenomen és perfectament apreciable. N'he filmat algunes, que tenen alguns mil·límetres de diàmetre. La millor la pots veure a la figura 6. No hi ha trampa.

—*I com és que la gota de cafè no es dissol en el cafè immediatament? És que no són el mateix líquid?*

Doncs sembla que és perquè, com que tot plegat és força calent, la superfície del cafè i la superfície de la gota van desprenent vapor d'aigua. I aquest vapor d'aigua queda atrapat entre les dues superfícies, i tarda una miqueta a escapar-se d'allà pel voltant de la gota. Mentre s'escapa, es va desprenent més vapor, que retarda la unió de

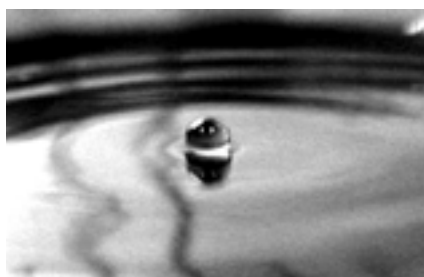


Figura 6. Una gota de cafè flotant en el cafè.

la gota amb la massa de cafè, el que es denomina coalescència. Però aquesta explicació no està gens clara, encara. Mira el treball de Jearl Walker de les referències.

Aquestes gotetes no són exactament antibombolles, però s'hi assemblen: són gotes de líquid recobertes d'un gas —el vapor d'aigua— que impedeix que s'ajuntin amb la massa principal de líquid. Tot plegat dura un o dos segons, però s'observa. O. Reynolds el 1881 i J. Tyndall el 1885 ja les van descriure.

—*Meravellós. Increïble. L'univers en una tassa de cafè. Tot això em fa pensar en aquella gent que prediu el futur observant el marro del cafè.*

Sí, és la pràctica de la cafe-mància...

—*No em prenguis més el pè!*

Es diu així, ho sento. Hi ha més de setanta màncies, que usen les coses més inversemblants: formatges podrits, raspalls, els udols dels gossos, els xisclets de les rates, els renills dels cavalls.

—*Escolta, i no hi ha alguna mància d'aquestes que permeti predir el futur amb l'escuma de la cervesa? Perquè encara et queda un tema pendent, el perquè el gas de la cervesa no fa esquitxos, a diferència del gas del xampany.*

No, amb la cervesa no, amb el vi sí que s'endevina el futur. És l'eno-mància. Això de la cervesa t'ho hauré d'explicar en un altre article, tu comprendràs que per avui ja n'hi ha prou. I et prometo que hi parlarem de les bombolles d'en Pep Bou.

—*M'ho has promès.*

BIBLIOGRAFIA

Andersen, J. (2005). *Make antibubbles in your own Kitchen.*

<http://physics.about.com/cs/bubbles/a/antibubbles.htm>.

Chang, Jessica (2005). *The Air film of an Antibubble* a <http://www.antibubble.org/jchang/index.html>.

Dorbolo, S.; Caps, H.; Vanderwalle, N. (2003). *Fluid instabilities in the birth and death of antibubbles*, *New Journal of Physics* **5**, 161.1-161.9.

Dorbolo, S.; Vandewalle, N. (2003). *Antibubbles: evidences of a critical pressure*. arXiv:conc-mat/0305126 v1, 7-5-03. 4 pàg.

Walker, Jearl (1978). *Taller y laboratorio. ¿Qué mecanismo explica la posibilidad de flotación de gotas en su propio medio?* *Investigación y Ciencia* n. 23, pàg. 100 a 105. 🌐

Nota de la Redacció:

Assegurem que aquest article no forma part de cap contracampanya de boicot al cava català. El seu autor ens l'avia fet arribar amb anterioritat al desgavell que s'ha organitzat. El que sí farem és guardar una ampolla a la nevera per celebrar el nou Estatut.