



ELS MISTERIS DE LA COCA-COLA

Claudi Mans i Teixidó

Departament d'Enginyeria Química
Facultat de Química · Universitat de Barcelona

COCA-COLA CONTRA PEPSI-COLA

Que en fa, d'anys, que vaig visitar per primer cop la fàbrica de la Coca-Cola¹. Va ser amb l'escola a les instal·lacions de la seva concessionària Cobega del carrer dels Almogàvers de Barcelona, fundada el 1951, i que després es va traslladar al carrer de Guipúscoa, cap a la Verneda. Totes aquelles ampolles en fila, que es rentaven, s'omplien automàticament, s'encaixaven, i s'expedien en camions ens fascinaven. La meua tia Flor, per la seva banda, amb el seu grup de jubilats havia visitat la Pepsi-Cola. Hi va sortir guanyant, perquè la van fer sòcia del Club d'Amics de la Pepsi-Cola, li enviaven una revista cada trimestre amb dades, explicacions i receptes de còctels i barreges, i on li explicaven que l'ampolla de Coca-Cola era més petita que la de Pepsi-Cola, i valia igual. Quina ràbia. Per sort, la de tònica Schweppes era encara més petita...

Ens van donar un refresc en acabar la visita, i ens van dir si teníem preguntes. I sí, n'hi van haver dues. La primera, quantes cocacoles es feien cada dia. No ens ho van concretar. Van explicar que era molt variable, que depenia dels dies, que a l'estiu més que a l'hivern, i que el

que sí que ens podien dir era la vegada que menys cocacoles havien venut: durant la guerra civil, en que en certs dies només en van vendre dues caixes.

—*I l'altra pregunta de la Coca-Cola?*

L'altra pregunta és la que se segueix fent tothom, és el misteri bàsic: La pregunta és saber quina és la verdadera fórmula de la Coca-Cola. No ens ho van dir tampoc, naturalment, ni ho devia saber la senyora que ens va fer de guia de la visita. La llegenda urbana segueix actualment vigent amb tota la salut: segons es diu, que només coneixen dues persones, que la porten sempre a sobre, i que viatgen sempre en avions separats, perquè si anessin junts en un avió i l'avió caigués, el secret es perdria per sempre. No sé si aquests dos dipositaris del secret poden dinar mai junts, no fos cas que ambdós s'intoxiquessin. L'empresa fabrica el concentrat, que després distribueix per les diferents fàbriques llicenciatàries del món. A aquestes fàbriques es barreja amb aigua, sucre i altres components, i s'embotella.

En el moment d'escriure aquest article es venen a Espanya cinc composicions diferents del refresc,

en molts tipus diferents d'envàs, tant pel que fa al material com a la capacitat. Les composicions són: la Coca-Cola de sempre, amb sucre i cafeïna, que n'hi direm clàssica; la Coca-Cola sense cafeïna; la Coca-Cola *light*, amb cafeïna i amb edulcorants en lloc de sucre; la Coca-Cola *light* sense cafeïna, també amb edulcorants; i la Coca-Cola Zero, que és la versió més nova de la *light*, és a dir, sense sucre però amb cafeïna, i una composició lleugerament diferent.

La informació que surt a les etiquetes dels productes que es venen a Espanya és la de la taula 1. Totes les formes de refresc contenen aigua carbonatada, acidulant E-338 (àcid fosfòric), colorant E-150d (caramel de bisulfit) i aromes. Els refrescs ensucrats contenen, com és lògic, sucre (sacarosa). En canvi, els refrescos edulcorats contenen —a Espanya, perquè en altres països pot ser diferent— els edulcorants E-952 (ciclamat de sodi), E-950 (acesulfame-k) i E-951 (aspartame). El refresc sense cafeïna conté com a corrector d'acidesa E-330 (àcid cítric); i el refresc Zero, el corrector

¹ Al llarg del text ens referirem a la marca amb el nom oficial Coca-Cola, a una ampolla o a una llauna amb el terme cocacola, i en plural cocacoles.

INGREDIENTS	Coca-Cola				
	clàssica	sense cafeïna	light	light sense cafeïna	zero
aigua carbonatada	sí	sí	sí	sí	sí
sucre	sí	sí	no	no	no
colorant	E-150d	E-150d	E-150d	E-150d	E-150d
acidulant	E-338	E-338	E-338	E-338 i E-330	E-338
aromes	sí (amb cafeïna)	sí	sí (amb cafeïna)	sí	sí (amb cafeïna)
edulcorants	no	no	E-952, E-950 i E-951	E-952, F-950 i E-951	E-952, E-950 i E-951
corrector d'acidesa	no	E-330	no	no	E-331

INFORMACIÓ NUTRICIONAL per cada 100 mL					
valor energètic	180 kJ, 42 kcal	188 kJ, 44 kcal	1 kJ, 0,2 kcal	1 kJ, 0,2 kcal	1 kJ, 0,2 kcal
proteïnes	0,0 g	0,0 g	0,0 g	0 g	0,0 g
carbohidrats (dels quals sucres)	10,6 g (10,6 g)	11,1 g (11,1 g)	0,0 g	0 g (0 g)	0,0 g
greixos (dels quals saturats)	0,0 g (0,0 g)	0,0 g (0,0 g)	0,0 g (0,0 g)	0 g (0 g)	0,0 g (0,0 g)
fibra alimentària	0,0 g	0,0 g	0,0 g	0 g	0,0 g
sodi	0,0 g	0,0 g	0,0 g	0 g	0,0 g

Taula 1. Informació escrita a les llaunes de Coca-Cola.

d'acidesa E-331 (citrat de sodi) en lloc de l'E-330. Les aromes que conté no s'especifiquen, però els refrescs que contenen cafeïna la citen, d'acord amb la llei. Una llauna de 330 mL de refresc amb cafeïna en conté entre 32 i 43 mg (web The Coca-Cola Company, 2009). Com a terme de comparació, un cafè exprés estàndard en conté de 50 a 100 mg, segons el mètode de preparació. La quantitat d'àcid fosfòric està entre 25 i 50 mg per llauna. Les quantitats d'edulcorants no consten a les etiquetes, però se'n poden trobar els valors per als refrescos dels Estats Units a la web citada.

Pel que fa als valors nutricionals, són també a la taula 1. Les dades de la web oficial aporten alguna concreció superior. Per exemple, la quantitat de sodi varia entre 35 i 45 mg per llauna, però en l'arrodoniment dels decimals a les etiquetes hi figuren només valors nuls. La composició quantitativa, i en alguns aspectes la qualitativa, és lleugerament diferent segons els països. Per exemple, als EUA no usen ciclamat en els refrescs amb edulcorants artificials, mentre que a Espanya sí.

—Però se sap la composició real de la Coca-Cola?

Hi ha un llibre de 1993 de Mark Pendergrast (ref.) (figura 1) en que hi surt una composició del refresc clàssic, que et presento a la taula 2, i que l'autor afirma que va treure dels llibres originals de John S. Pemberton, farmacèutic d'Atlanta que el 1886 va produir la Coca-Cola per primer cop tot imitant els vins amb cocaïna típics de l'Europa de meitat del segle XIX. La companyia no es pronuncia sobre si la fórmula que cita el llibre és o no certa. Conté un component de nom misteriós: el *condiment 7X*, constituït per una barreja d'essències que li donen el sabor característic. Aquesta composició descrita al llibre és compatible amb les dades nutricionals i d'ingredients, perquè la major part de components són molt minoritaris —són les aromes— i no aporten pràcticament ni valor energètic ni principis nutritius, per la seva poca quantitat.

—I si barreges aquests ingredients de la fórmula ja surt Coca-Cola?

No, el que surt, un cop fetes les oportunes barreges i filtracions, és el xarop base. Després s'ha de barrejar amb l'aigua, en una proporció de 25 g de xarop i 137,5 g d'aigua carbonatada. I el resultat sí que és el refresc. El refresc que es subministra no envasat, a les màquines expendedores —les *soda fountain*— té una composició una mica diferent.

L'ACTUAL MISTERI DE LA COCA-COLA

Hi ha un altre misteri de la Coca-Cola, a part de la composició. L'actual misteri de la Coca-Cola és un tema més tecnològic i científic. Des que hi ha diferents versions de la beguda en llauna que se'n parla. En concret, el misteri és la següent qüestió: Per què flota la cocaïna *light*?

—No em diguis que flota...

M'agradaria fer la meua aportació a aquest crucial problema. Si es fa una cerca no gaire exhaustiva per la xarxa, s'hi troben molts informes fets per alumnes de centres diver-

INGREDIENTS	g
sucre	2400
caramel E-150d	37
cafeïna	3,1
àcid fosfòric E-338	11
fulles de coca sense cocaïna	1,1
nous de cola	0,37
alcohol 20 %	22
suc de llima	30
glicerina	19
extracte de vainilla	1,5
condiment 7X	
essència de taronja	0,47
essència de llimona	0,88
essència de nou moscada	0,07
essència de canyella xinesa	0,2
essència de coriandre	0,01
essència de nerolí	0,01
essència de llima	0,25
alcohol 95 %	4,9
Total	2532
aigua suficient per a 1 galó (4,546 L)	

Taula 2. La composició de la Coca-Cola, segons Pendergratz.

sos que expliquen les seves perquisicions per resoldre el misteri, perquè molts centres d'ESO i batxillerat han dissenyat experiments. La major part segueixen estratègies totalment errònies, que porten a conclusions també equivocades però que els seus autors creuen que corroboren les hipòtesis efectuades. I el pitjor és que, en certs casos, estratègies i conclusions han estat revisats i supervisats per professors. Val la pena repetir els experiments i analitzar-ne les estratègies errònies, per veure si n'aclarim els preceptes ocults.

—Va, vinga, que veig que avui farem experiments. Em van agradar els experiments que em vas fer fer dels esquitxos de la salsa de tomàquet.

Vés a comprar les cocacoles, va.

—Ja les tinc. Cinc: la clàssica, la sense cafeïna, la light, la light sense cafeïna i la zero.

Bé. D'entrada, el primer que cal fer és constatar que el fenomen que volem estudiar passa realment, perquè a vegades hi ha qui fa una pregunta sobre un fenomen que s'afirma que passa, i a l'hora de la veritat resulta que no passa. Això és molt habitual en aquests tipus de qüestions, on les teories conspiratives estan a l'ordre del dia. Per exemple, és molt típica la pregunta de com és que en l'atemptat de les Torres bessones de Nova York de l'11 de setembre de 2001 no hi va morir cap jueu. Però la pregunta decisiva no és per què va passar això, sinó si és cert que va passar això, i resulta que no és cert, que n'hi van morir entre 250 i 400... i per tant, no hi ha tema de recerca².

Per tant, el primer que hem de fer és comprovar això de si floten o no les cocacoles light. Llença les cinc llaunes sense obrir a una galleda plena d'aigua. Què observes?

—Tres llaunes floten, molt poc però floten. Són la light, la light sense cafeïna i la zero. S'enfonsen la clàssica i la sense cafeïna.

Per tant, hi ha tema, hi ha investigació. A veure, com et plantejges el tema de la flotació?

—Bé, floten perquè són light. Ja està.

No, això no és cap explicació. La light té menys sucre que l'altra, però no té per què voler dir que les seves densitats són diferents.

—Però si no hi ha sucre hi haurà menys pes, no?

Hi haurà menys sucre, però com que la llauna s'ha d'omplir fins al volum indicat, hi haurà més quantitat dels altres productes. En particular, més aigua i més edulcorants.

—Però si substituïm sucre per aigua, com que té menys densitat l'aigua que el sucre, el resultat de

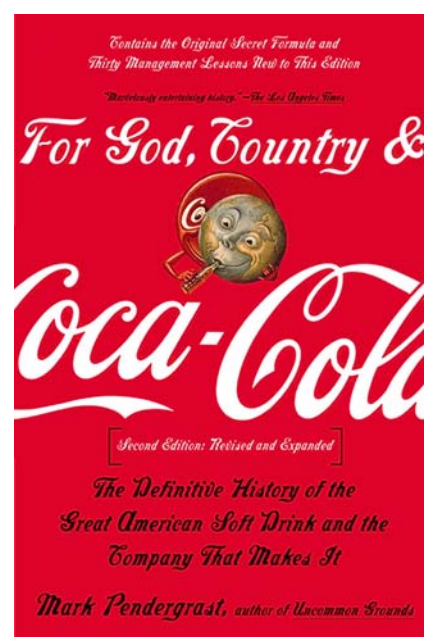


Figura 1. El llibre de Mark Pendergrast on hi ha la fórmula de la Coca-Cola.

la barreja sense sucre tindrà menys densitat que l'altre.

Aquí fas moltes extrapolacions i moltes suposicions, que no tenen per què ser certes. En particular, no és cert que les barreges tinguin una densitat que sigui la mitjana de les densitats dels seus components, ni molt menys. Per tant, no ens podem fiar d'una afirmació falsa. Hem de buscar una estratègia que ens permeti determinar experimentalment la densitat de les cocacoles. Et torno a preguntar com et plantejges el tema de la flotació...

—L'única flotació que em plantejo és si vull anar a flotar o no. Em van regalar una sessió al Flotarium, aquella màquina de tortura o de plaer, consistent en una càmera tancada, fosca i plena d'una dissolució concentrada de sulfat de magnesi, que té una mica més de densitat que el cos humà i que és a una temperatura que no et dona sensació de calor ni de fred. T'hi fiques, tanquen

² http://en.wikipedia.org/wiki/9/11_conspiracy_theories#Jewish_and_Israeli_involvement.



Figura 2. Un dels experiments d'Estalella sobre flotació de vi sobre aigua. Les dues copes estan inicialment completament plenes d'aigua, i s'ha aconseguit posar-les l'una sobre l'altra amb l'ajut d'un cartró, que s'ha retirat després. Es desplacen lleugerament les dues copes de manera que entre elles hi quedi una estreta obertura, per on l'aigua no es buida degut a l'alta tensió superficial que té. En abocar vi negre sobre la copa superior, el vi rellisca al llarg de la copa invertida, i, com que té menys densitat que l'aigua, entra a la copa superior desplaçant l'aigua. En acabar l'experiment es tindrà la copa superior plena de vi —de fet, d'una barreja de vi i aigua, però clarament acolorida— i a la copa inferior s'hi manté l'aigua inicial.

la càpsula i t'aïlles de tot, excepte del teu jo.

Almenys sou dos: tu i el teu jo. O hauria de dir tu i el teu tu?

—No te'n riguis, que em fa una certa angúnia pensar-ho, i no sé si acabaré anant-hi. Sense vista, perquè és fosc. Sense oïda, perquè no hi ha soroll i és aïllat acústicament. Sense olfacte, perquè no fa olor. Sense gust —gust sí que en tindria l'aigua, però no te la beguis, que és

laxant— ni tacte. Tacte sí, però a la temperatura neutra té poca importància. I no notes el cos, perquè et fa la sensació de que no peses. Estàs tu sol amb el teu cos present. I al cap d'una hora et treuen. Diuen que relaxa i que et regenera, com una regressió, com un rebirthing, com una tornada a l'úter matern.

No em vinguis amb renaixements ni amb tornades als úters materns que tot això em posa molt nerviós i ja hem crescut... Quan hi hagis anat ja m'ho explicaràs, si és que en surts amb ganes d'explicar-ho. I si t'agafa un atac de pànic?

—Hi ha un botonet que prems i et treuen.

I si els curadors se n'han anat a esmorzar?

—No m'hi facis pensar que ja m'agafa el pànic ara...

Tornem al tema. Què és flotar, segons tu.

—Bé, una cosa flota sobre d'una altra quan té menys densitat. Per tant, en la nostra investigació es tractarà simplement de determinar la densitat de la cocacola light i la clàssica, i veure si tenen densitat superior a la de l'aigua o no.

D'acord, d'entrada sembla una bona aproximació. Només una correcció terminològica: No hauries de dir que «una cosa flota sobre d'una altra», sinó «una cosa flota en un líquid». Un tros de ferro pot estar sobre un tros de suro perfectament, però no direm pas que hi flota a sobre.

—Però quan es diu «flota» ja es sobreentén que ens estem referint a que un sòlid flota en un líquid, no?

També és veritat. Val la pena, malgrat tot, parlar amb precisió, perquè hi ha moltes situacions en que un líquid pot flotar a sobre d'un al-

tre. Podem tenir mercuri, a sobre aigua, i a sobre oli: tres líquids en columna. I, en sistemes més complicats, encara es poden donar comportaments més complexos. Al laboratori del meu departament he vist cinc líquids un sobre l'altre sense barrejar-se. Eren sistemes dispersos multicomponents, microemulsions en concret. Però no entrem en això, que no toca.

També es pot considerar el cas d'un líquid que flota sobre d'un altre amb el que es pot barrejar. L'aigua de mar calenta flota sobre de l'aigua freda. Hi ha experiments de física recreativa on es fa flotar vi negre sobre aigua, i la situació és força estable, en el sentit cinètic. Durant un temps es mantindran globalment separats, però a la interfase s'aniran barrejant lentament, per difusió molecular, i al cap d'una bona estona s'hauran barrejat completament. Al llibre *Ciència recreativa* de Josep Estalella (Estalella, 1918) s'hi descriuen diversos experiments elementals relacionats amb aquest fet (figura 2). Però no hi fa experiments amb Coca-Cola, que el 1918 estava poc popularitzada a Girona, d'on l'Estalella era professor d'institut i on sembla que escriví el llibre. A la darrera edició, que és de 1979, sí que hi havia cocacoles a Girona. Qui no hi era era Estalella, que havia mort a Barcelona el 1938.

Anem ara a esbrinar el misteri de la Coca-Cola.

—Va, comencem, obro les llau- nes...

Un moment, que primer hem de pesar els envasos sencers, perquè és una dada que després ens servirà. Usarem una balança de cuina electrònica.

—Tu tens una cuina electrònica?

No, la cuina és de gas, el que és electrònica és la balança. N'usarem dues: una que arriba fins a cent

grams en fraccions de 0,1 g, i una altra que arriba fins a cinc quilos, en fraccions d'1 g. Totes les pesades que hi fem tindran l'error corresponent a la precisió de l'instrument.

Com mesurarem la densitat?

—Bé, el càlcul de la densitat s'obté, segons la definició, dividint la massa d'un cos pel volum que ocupa. Abocarem el contingut de la llauna en una proveta que prèviament haurem tarat, mesurarem el volum veient fins on arriba de la proveta, i pesarem la proveta amb el líquid. Tindrem el volum i la massa, i ja està.

Conceptualment és correcte, però l'operativa pot millorar. Serem una mica més fins. En lloc de fer servir una proveta, que és força imprecisa a l'hora de mesurar volums, farem servir un matràs aforat de 250 mL, que té l'arrasament molt més precís. Per millorar-ho encara omplirem el matràs amb un embut fins prop de l'arrasament, i ho completarem amb una pipeta.

—Ja puc començar?

Sí, però abans pesa el matràs de 250 i les llaunes plenes.

—Sí. Ja les he pesat. I el matràs pesa 105 g.

Bé, ja pots començar. Vés-ho apuntant tot a mida que ho facis. I renta amb aigua cada vegada que canviïs de líquid, i asseca el matràs cada vegada passant-hi una mica d'alcohol.

ELS RESULTATS

—Ja estic. Ja he omplert la taula 3. He calculat la massa de 250 mL de cadascun dels tipus de refresc, i en dividir-ho pel volum de 250 mL em dona la densitat. Jo penso que l'experimentació ha estat ben feta. Hi he posat tots els sentits.

Sí. Sembla que ho has fet bé, encara que per fer-la bé del tot l'hauries d'haver fet per triplicat, i calcular-ne els valors mitjans i la desviació. Però bé, acceptem els valors que t'ha donat.

—Per tant, ja està. La coca-cola light, la light sense cafeïna i la coca-cola zero floten perquè tenen menys densitat que l'aigua, com es pot veure de la taula 3. En canvi les altres tenen més densitat, i això concorda amb l'experiment de tirar les llaunes a l'aigua.

Estàs segur de que ja estem? No estem.

—I per què no estem? Hem respost la pregunta del misteri, no?

El problema és que l'experimentació que hem fet no respon a la pregunta que ens fèiem. La pregunta era «Per què flota la Coca-Cola light?», però, per formular-la de forma precisa, hauríem d'haver dit «Per què flota la llauna de Coca-Cola light?», que no és el mateix. No hem de comparar la densitat del refresc amb la densitat de l'aigua, sinó la densitat aparent de la llauna entesa com un tot, amb la densitat de l'aigua. És a dir, hem de tenir en compte el pes de la llauna buida d'alumini, i també el fet de que no està totalment plena, sinó que hi ha una càmera de gas.

—Com saps que hi ha una càmera de gas?

Quan sacseges una llauna fa soroll de líquid. Si estès totalment plena no faria soroll.

—I com podem calcular la densitat aparent de la llauna plena?

Com totes les densitats: massa partit per volum. La massa de la llauna

	massa de 250 mL de refresc	densitat del refresc
clàssica	260,0	1,0400
sense cafeïna	260,5	1,0420
light	248,5	0,9940
light sense cafeïna	248,5	0,9940
zero	249,0	0,9960

Taula 3. La densitat dels refrescos.

na plena ja la sabem, i ara n'hem de calcular el volum.

—Per geometria suposant que és un cilindre?

Seria una manera. Però com que té una forma una mica irregular perquè s'estreny de la base i de la part superior, i les tapes no són prou planes, a mi em convenç més fer-ho pesant. És a dir, omplir completament la llauna buida amb aigua, mirar quant pesa, i d'aquí deduir-ne el volum d'aigua que hi cap.

—Però així tens el volum del líquid que conté la llauna, però no tens en compte el volum del ferro de la llauna, que també ocupa una mica de volum.

Tens tota la raó. Però com que sabem la massa de les llaunes buides —entre 27,3 i 28,1 g— i també sabem que és feta de xapa pintada, amb la tapa d'alumini, i en sabem les densitats aproximades (7,8 i 2,7 g/cm³), podem calcular el volum total que ocupa el material que constitueix la llauna.

—Et descuides la pintura...

És que no havia acabat. La pintura té molt poc gruix, posem que una dècima de mil·límetre aproximadament. Ocupa la superfície lateral d'un cilindre de 6,5 cm de diàmetre i 10,5 cm d'alçada. Per tant, n'hi ha aproximadament 2,3 mL per llauna. He suposat que la densitat de la pintura és d'1 g/cm³. Amb tot això es

TIPUS DE BEGUDA	massa de la llauna plena de refresc	massa de la llauna buida	massa de la llauna plena d'aigua	volum d'aigua a la llauna plena	volum del material de la llauna	volum total de la llauna	densitat de la llauna plena de refresc
clàssica	369,0	27,6	375,0	348,1	5,66	353,8	1,0431
sense cafeïna	371,0	28,1	376,2	348,8	5,72	354,5	1,0465
light	356,0	27,7	378,0	351,0	5,67	356,7	0,9981
light sense cafeïna	354,0	28,2	379,0	351,5	5,74	357,2	0,9909
zero	354,0	27,6	378,5	351,6	5,66	357,3	0,9909

Taula 4. La densitat de les llaunes de refrescos.

pot calcular el volum del material de la llauna pintada³. Tots els resultats els tens a la taula 4. I com que sabem el que pesa la llauna plena de refresc i hem calculat el volum que ocupa, en pots calcular la densitat. Va, fes-ho. Posa els resultats a la taula 4.

—Tatatxaan!

Per què aquest tatatxaan?

—Mira els resultats de les densitats obtingudes. Les llaunes de refresc clàssic i de refresc sense cafeïna, ambdós amb sucre, tenen densitats superiors a les de l'aigua, i eren les llaunes que s'enfonsaven. En canvi les altres tres, les que flotaven, tenen densitats menors que les de l'aigua.

Però ho has de comparar amb la densitat de l'aigua a la temperatura de l'experiment.

—Sí, la densitat de l'aigua a uns 20 °C, que era la temperatura de l'aigua de l'aixeta en sortir, és de 0,9982 g/cm³. Tot quadra...

Molt bé. Realment tot quadra. Ara, sigues conscient de que en tot plegat hi ha molts errors experimentals que podrien haver fet que els càlculs donessin resultats no tan satisfactoris. Per exemple, no hem replicat els diversos experiments. Hem omplert les llaunes d'aigua i aquí hi ha un marge d'error. L'estimació de la massa i del volum de la pintura és una mica arbitrària.

El més interessant és que els valors de densitat obtinguts quadren amb allò que es podria esperar. Les dissolucions ensucrades són més denses que les altres, i per tant les llaunes també, suposant que totes les altres característiques són iguals.

—Podem dir que, segons la teva opinió, hem resolt el misteri de la Coca-Cola?

Sí, penso que sí. A partir d'ara la humanitat anirà millor...

Les llaunes de refrescos han donat fins i tot material per a un interessant llibre d'experiments de física i química per a secundària (Tomás *et al.* 2007). És molt interessant i deu costar de trobar, però val la pena buscar-lo per treure'n tot el suc.

EL COROL-LARI DEL PRIMER MISTERI

Tot això que hem fet en els experiments anteriors ha estat amb aigua freda. Què passaria si ho fésim amb aigua calenta?

—No sé. Per què ha de canviar res amb aigua calenta?

L'aigua calenta té menys densitat. Podria arribar a passar que si tan calenta és l'aigua tingués menys densitat que la cocacola *light* i llavors la llauna no flotaria.

—Ho has provat?

Vaig pensar-ho mentre caminava pel carrer, i en arribar a casa immediatament vaig fer la prova...

—I...?

I, efectivament, amb aigua calenta la llauna de Coca-Cola zero no flotava, i en refredar-se l'aigua, va tornar a flotar. I no et pensis que la temperatura de l'aigua havia de ser molt alta. Amb aigua a 31 °C la llauna es va enfonsar, i a 29 °C ja flotava. Mira les fotos de la figura 3. En el fons, aquest és un procediment de determinació de densitats. Com que la temperatura d'equilibri de la llauna és a uns 30 °C, la densitat aparent de la llauna de Coca-Cola zero és de 0,9956, i no el valor que hem determinat de 0,9909. Un 0,5 % de discrepància, que no està malament...

ALTRES MISTERIS DE LA COCA-COLA

Els misteris de la Coca-Cola no s'acaben aquí. Ja vaig tenir oportunitat de parlar del *cervellet*, gel es-

³ Hi ha hagut qui ha suggerit eliminar la pintura de les llaunes i fer *naked cokes*, és a dir, cocacoles despallades. Ho argumenten per l'impacte ambiental que representa el procés de treure la pintura de la llauna per poder després reciclar l'alumini. I com que cada any, comptant-ne tots els tipus de cocacoles, es venen unes 75 gigallaunes, és a dir, setanta-cinc mil milions... Una idea lloable, sens dubte, però que no té en compte que s'hi ha de posar la informació d'ingredients, i la informació nutricional, que legalment ha de ser a l'envàs del producte.

pumós que s'obté en barrejar el refresc i una mica de Baileys (Mans, 2007).

Un altre tema: Per què, si posem un tros de carn en un plat amb Coca-Cola la carn desapareix al cap de dos dies?

—Perquè el refresc és molt àcid, i ataca la carn.

Prova-ho, i veuràs que no passa res. Aquesta és una d'aquelles afirmacions falses, però que es donen per bones.

Una altra de similar. Diuen que si es posa un clau de ferro a la Coca-Cola i es tapa, el clau es dissol.

—I si no es tapa?

Si no es tapa, es veu que no es dissol... Prova-ho també, i veuràs que no passa res tampoc. Hi ha qui usa Coca-Cola com a desembussador de canonades, basant-se en l'acidesa del producte. Però no, no funciona. A més que els desembussadors de canonades no són àcids, sinó alcalins, fets de sosa càustica i alumini. Aquesta barreja amb aigua calenta reacciona donant hidrogen que ajuda a desembussar.

També s'atribueixen a la Coca-Cola propietats de llevataques. I no, és com qualsevol altre líquid carbonatat.

—Deu ser allò que diuen de que el xampany no taca...

També diuen que per transportar el concentrat de Coca-Cola els camions han de portar l'etiqueta de matèria perillosa. I no. Els camions que transporten l'àcid fosfòric sí, evidentment. L'etiqueta taronja que porten els camions de fosfòric conté el número de perill 80 (substància corrosiva) i el número de producte 1805. Però el concentrat de Coca-Cola no és corrosiu: recordem



Figura 3. La llauna de Coca-Cola zero no flota si la temperatura de l'aigua és una mica calenta. L'aigua del bany es va refredar de 31 a 29°C en 13 minuts.

que porta només 11 g d'àcid en uns 4500 g totals.

I no s'acaba aquí la llista. A una web especialitzada en *hoax*, és a dir, en mentides, boles i llegendes, n'hi ha moltes més (Snopes.com, 2009). Te'n poso una llista a sota. Totes són falses, naturalment.

- La primera vegada van posar gas a la Coca-Cola per accident, i va agradar.
- La figura de Santa Claus va ser creada per la publicitat de la Coca-Cola.
- La Coca-Cola és un anticonceptiu.
- Si deixes una dent en Coca-Cola tota la nit es dissol completament.
- Inicialment la Coca-Cola era verda.
- La propietat de l'empresa Coca-Cola Company és dels mormons.
- A les lletres en cursiva de la marca s'hi pot veure una persona esnifant cocaïna.
- Llegint les lletres de la marca en un mirall hi surt un missatge antiislàmic.

- Si es beuen massa cocacoles en un dia pots morir intoxicat del diòxid de carboni.
- Al-Qaeda va enverinar una de cada cinc llaunes de Coca-Cola als EUA, després de l'11-S.
- La Coca-Cola barrejada amb glutamat monosòdic és afrodisíaca.
- Una barreja de Mentos i Coca-Cola va matar a dos nens del Brasil.



Figura 4. El Geyser Tube, dispositiu per fer un guèiser de Coca-Cola generat pels Mentos que es dipositen a l'ampolla.

—*Això dels Mentos ho havia sentit a dir. Per què no ho expliques?*

Això mereix un article a part. El fet experimental és que si tires caramels Mentos a una ampolla gran de Coca-Cola surt un sortidor que arriba a una alçada considerable. Als Estats Units venen petites joguines per fer l'experiment amb facilitat (figura 4). Per anar fent boca, pots consultar la web de Spangler (ref.).

—*I per què la gent llença tants rumors falsos? I com és que s'ho creuen?*

Jo penso que és degut a moltes raons. Una, que hi ha molta gent que no té feina i tot el dia està maquinant coses. Un altre motiu deu ser la voluntat de desacreditar un producte.

En la major part d'aquestes fal·làcies, i especialment en els que se les creuen, hi ha un error de concepte molt comú. Aquest error consisteix en atribuir a una barreja les propietats d'algun dels seus components: «*Com que té un àcid fort, la barreja té les propietats d'àcid fort*». És una forma de pensament màgic, que suposa que es mantenen les propietats al marge de la concentració, idea que trobem en molts altres exemples i situacions. I no hi ha res a fer. Hi ha també l'anumerisme, és a dir, la incapacitat d'imaginar-se els valors numèrics de les coses. Allò tan típic que sentim de determinats locutors i presentadors de ràdio i televisió: «*No em digui números, perquè el públic no els entén*», quan qui no els entén és el qui ho diu...

—*Sempre amb el teu optimisme...*

Sí, com sempre. Tot plegat porta a que la societat prengui decisions basades en pors irracionals, en temors no ben fonamentats, en apreciacions qualitatives i no quan-

titatives, en la no assumptió de riscos perfectament acceptables... Què lluny som de l'ideal de societat que postulava Leibniz, i que condensava en una frase paradigmàtica: «*No discutim, calculem...*». Una societat en que els seus habitants serien capaços de plantejar els seus conflictes en termes no ideològics ni filosòfics, sinó com a opcions de les que es podria determinar quina és la millor per procediments qualitius...

—*Som lluny d'això.*

En certes coses, no tant com et sembla. I ara t'ho explico.

COMPARAR ALLÒ INCOMPARABLE

Hi ha molts casos en que s'han de triar entre dues opcions per resoldre un conflicte. Per exemple, decidir si una línia d'alta tensió ha de ser soterrada o aèria, si és millor un tramvia o un autobús, si s'ha d'afavorir l'ús d'energia eòlica o l'hidrogen, o, a una escala molt menor, si s'ha d'afavorir el canvi de les bombetes antigues per bombetes de baix consum, o si és millor usar un detergent concentrat però més car en lloc d'un detergent estàndard però més econòmic.

Imagina que t'has de canviar de vehicle i que no saps si decidir-te per un vehicle de gasolina, de gasoli o dels híbrids. Molta gent el que fa és fer un càlcul econòmic: es fa una estimació de quants quilòmetres es fan cada any, s'estima una durada de vida del vehicle per calcular-ne l'amortització, s'estima un preu per al combustible, i es compara el cost total de la vida de tot el vehicle. Això dóna una conclusió quantitativa clara: el vehicle que al llarg dels anys costa menys és l'òptim i és el que caldria comprar des d'aquest punt de vista.

—*I si no t'agrada el vehicle?*

Això vol dir que ja no era comparable amb els altres, perquè aquest procés no entén de valors ni d'opinions no quantitatives. Però hi ha procediments quantitius per anar-se acostant a la tria d'una opció òptima. Un dels procediments més coneguts es diu anàlisi de cycle de vida, i persegueix trobar, entre diverses opcions, aquella que sigui més respectuosa amb el medi ambient. El procediment, si s'ha d'aplicar bé, és força complicat i necessita molta informació, perquè es basa en fer un inventari de tots els impactes ambientals associats a cadascuna de les opcions en litigi. És a dir, la quantitat de matèria que requereix, d'on prové i quanta energia cal per al seu transport, l'energia requerida per a la fabricació del producte, l'aigua residual generada, els impactes mediambientals associats a l'ús del producte, i els impactes associats a l'abocament o tractament dels residus en que el producte es converteix. Del bressol a la tomba, que n'hi diuen.

Doncs bé, resulta que qui per primera vegada va aplicar un procediment d'aquestes característiques va ser precisament l'empresa Coca-Cola. Va ser el 1969, i l'objectiu de l'estudi fou decidir quin envàs era més respectuós amb el medi, si l'ampolla de plàstic o de vidre. Sembla que va sortir que, contra les expectatives a priori de la companyia, la millor ampolla era la de plàstic. L'estudi no es va publicar en versió completa, i tampoc no es va aplicar. Però va obrir el camí a la tècnica, que avui és d'ús comú a moltes empreses per prendre decisions.

—*Si totes fan tan de cas als resultats dels estudis que encarreguen com l'empresa Coca-Cola... I, escolta, no seria més ecològic que en lloc d'anar editant NPQ en paper es fes només electrònic via correu?*

Sí, des del punt de vista ecològic probablement. Però, i el plaer

d'anar fullejant la revista, de retallar-ne un tros i enganxar-lo a un suro, on queda?

—*Pots imprimir-ho, usar un e-book d'aquests d'ara. T'imaginava més tecnològic.*

Sóc molt tecnològic, però m'agrada visitar llibreries. I si només hi hagués llibres electrònics, ens limitariem a visitar les *bookeries* virtuals.

—*Bookeries... aquesta paraula que t'has inventat s'assembla a la Boqueria.*

Però una mica diferent: una cosa és un *book* i una altra un boc, el mascle de la cabra, de l'arrel franca *bukk*, d'on deriva el nom de boqueria, per extensió carnisseria. O *boucherie*, en francès, o *butcher* en anglès, o *beccheria* en italià. A Palerm hi ha un mercat que es denomina Vucciria, que deu ser derivada de la *beccheria*. Però, casualment, *vucciria* en sicília vol dir també confusió. I realment en aquell mercat hi ha confusió, com a tots els mercats. Especialment al mercat de Calaf⁴.

—*Confusió és la que introdueixes cada cop que vols lluir erudició lingüística.*

Confusió en hebreu es diu *babel*. Perquè a la torre de Babel és on va

iniciar-se, segons la Bíblia, la proliferació d'idiomes. Lògic.

BIBLIOGRAFIA

Estalella, José (1918 a 1979). *Ciència recreativa*. La primera edició és de 1918 i la darrera, la setena, de 1979. El 2007 l'Ajuntament de Barcelona l'edità en facsímil, completada amb l'obra *Ciència recreativa comentada* (català i castellà), on un grup d'autors dirigits per Josep Tarrés i coordinats per Joan Miró, de la UdG, comenten i actualitzen els continguts de l'obra d'Estalella.

Mans, C. (2007). *Truita al sulfurant*. Notícies per a Químics n. 438, 5-13.


Pendergrast, Mark (1993, 2^a ed. 2000). *For God, Country & Coca-Cola. The Definitive History of the Great American Soft Drink and the Company that Makes It*. Basic Books, New York, US. La traducció a l'espanyol fou feta el 2001 per Javier Vergara, Editor, de Buenos Aires amb el títol *Dios, Patria y Coca-Cola: la historia definitiva de la gaseosa más famosa del mundo y de la empresa que la produce*. Està des-catalogada.

Snopes.com (2009). <http://www.snopes.com/cokelore/cokelore>.

asp. Pàgina web amb llegendes urbanes de tota mena, i una secció específica per a rumors relacionats amb la Coca-Cola: *Cokelore*. (Consultada desembre 2009).

Spangler, Steve (2009) <http://www.stevespanglerscience.com/experiment/mentos-mix-an-exploding-drink-hoax>. (Consultada desembre 2009).

The Coca-Cola Company. Web oficial (2009). Dades nutricionals de les begudes en llauna o ampolla servides als EUA. (Consultada desembre 2009). http://www.thecoca-colacompany.com/mail/goodanswer/soft_drink_nutrition.pdf.

Tomás, A.; Hurtado, J.; Martínez Esquivia, A.; Torregrosa, J.; Cases, M. A.; García Godoy, J.; Cayuelas, J. A. (2007). *Física y Química enlatadas*. Fundación para el Desarrollo de la Sanidad, Cultura, Educación y Deporte «Vega Baja» de la Comunidad Valenciana, Alacant. Ed. Aguacleara, Alacant. 

⁴ Com és ben sabut, un dia molt fred d'hivern al mercat de Calaf es van gelar les paraules. Al migdia, en desgelar-se totes alhora, es va crear la lògica confusió.

NPQ és de tots!



Col·labora
amb els teus articles