

100

PREGUNTES DE QUÍMICA QUOTIDIANA

Claudi Mans



• Col·lecció De Cent en Cent – 45 •

100 preguntes de química quotidiana

Claudi Mans

Cossetània
EDICIONS

Primera edició: novembre del 2017

© Claudi Mans

© de l'edició:
9 Grup Editorial
Cossetània Edicions
C/ de la Violeta, 6 • 43800 Valls
Tel. 977 60 25 91
cossetania@cossetania.com
www.cossetania.com

Disseny i composició: Imatge-9, SL

Impressió: Romanyà-Valls, SA

ISBN: 978-84-9034-649-5

DL T 1244-2017

ÍNDIX

Introducció.....	11
1. Quants elements hi ha?	13
2. Quantes substàncies hi ha?	15
3. Quina és la substància més pura de casa?	17
4. El calci de la llet és diferent del calci de les sals?	19
5. Què són les ppm, les ppb i les ppt?	21
6. Per què l'aigua de les aixetes té gustos tan diferents?	23
7. El clor ha matat més vides que les que ha salvat, o és al revés?	25
8. Quina diferència hi ha entre dens, espès i viscos?	26
9. És destil·lada l'aigua destil·lada?	28
10. És oxigenada l'aigua oxigenada?	30
11. És mineral l'aigua mineral?	31
12. Són inerts els gasos inerts?	33
13. Per què es denominen <i>nobles</i> els metalls nobles?	35
14. Què són els graus alcohòlics d'una beguda?	37
15. Per què l'alcohol de farmàcia és del 96% i no de més ni de menys?	39
16. Què té de pesada l'aigua pesada?	40
17. Quin sucre tenen els diabètics a la sang?	42
18. L'ozó és bo o és dolent?	44
19. Què són els octans de la gasolina?	46
20. Pot existir el motor d'aigua?	48
21. Quants additius alimentaris hi ha?	50
22. Quina és la diferència entre el colesterol bo i el dolent?	52
23. Els espinacs porten ferro?	54
24. Quin és l'additiu més perillós?	56
25. Què és una emulsió?	58
26. Què és un gel?	60
27. Què és una esferificació?	62
28. És comestible l'oli de colza?	64
29. Per què es tira sal a l'hivern en certes carreteres?	66
30. Hi ha tòxics a les patates fregides?	67
31. Per què en certs tractaments injecten tecneci al cos si és radioactiu?	69
32. Quina diferència hi ha entre l'urani enriquit i l'urani empobrit?	71

33. Es pot transmutar el plom en or?	73
34. Quan hi ha química entre dues persones, hi ha algun fenomen químic implicat?	74
35. Per què hi ha plantes i fruites que maduren en contacte amb d'altres?	76
36. De què fa olor el gas domèstic?	78
37. És cendra la cendra dels volcans?	79
38. Pot cremar el ferro?	80
39. Per què és perillós barrejar lleixiu i sulfurant?	81
40. Com és que un líquid molt àcid té un pH molt baix?	83
41. Què hi posen als detergents perquè la roba sigui més blanca que el blanc?	85
42. Quina substància va donar nom a Silicon Valley?	87
43. Què és l'oli de gira-sol alt oleic?	89
44. Què és un mol?	91
45. Què vol dir que una beguda és isotònica?	93
46. Què són els greixos trans?	95
47. Com suavitza un suavitzant?	97
48. Per què posen sabó de Marsella a certs detergents de roba?	99
49. Per què els químics s'estimen tant la taula periòdica dels elements?	101
50. Hi ha productes sense químics o sense química?	103
51. L'estèvia és un producte químic?	105
52. Si hi ha el franci i el germani, per què no hi ha el cataloni?	107
53. Per què es fa malbé l'oli de la fregidora?	109
54. Quines són la molècula més petita i la més grossa que es coneixen?	111
55. La teoria de l'homeopatia és compatible amb la química?	113
56. Què és el porexpan?	115
57. Què és químicament una beguda de cola?	117
58. Quin ha estat l'accident químic més catastròfic?	119
59. Quin és el tòxic més tòxic?	121
60. Per què les olles de pressió couen més ràpidament els aliments?	123
61. Els forns de microones canvien l'estructura química dels aliments?	125
62. Per què el ciclatat s'ha prohibit en alguns països i en d'altres no?	127
63. Com és que molts sòlids en escalfar-los es fonen però un ou es torna dur? ..	128
64. És perillós el tefló de les paelles?	130
65. Poden migrar tòxics d'una ampolla de plàstic a l'aigua mineral?	131
66. Què és el biodièsel?	133
67. Per què hi ha mercuri en la tonyina i no en la sardina?	135
68. Per què hi ha tanta indústria química a Tarragona?	137
69. Com filtren els protectors solars?	139
70. Pot usar adobs i pesticides l'agricultura ecològica?	141
71. El grafè i la fibra de carboni són diferents?	143
72. La vida es basa en el carboni. Podria haver-hi vida basada en el silici?	145
73. Quina diferència hi ha entre el vidre i el cristall?	147
74. De què és fet el paper de plata?	149

75. Un virus és un producte químic?	151
76. La nanotecnologia és química?	153
77. Es poden veure els àtoms?	155
78. Hi ha aliments acidificants i aliments alcalinitzants?	157
79. Quin és el producte químic que es fabrica en més quantitat?	159
80. Quin és el procés químic més antic que es coneix?	161
81. Existeix la sensibilitat química múltiple?	163
82. Com funciona un desembussador químic? És com un vàter químic?	165
83. Per què no podem digerir la fusta?	167
84. Quins són els perills del transport de matèries perilloses?	168
85. Què són realment el butà i el propà domèstics?	170
86. Quin és el gas combustible més perillós?	172
87. Per què les grans indústries químiques són a l'aire lliure?	174
88. El concepte <i>àtom</i> és de la física o de la química?	176
89. Encara hi ha alquimistes?	178
90. Què hi ha més, cafeïna al cafè o teïna al te?	180
91. Què va ser Marie Curie, física o química?	182
92. Què són el bioetanol i el gasohol?	184
93. Què és l'economia de l'hidrogen?	186
94. Què són els disruptors endocrins?	188
95. Què és la química verda?	190
96. Què és el glifosat i quina relació té amb els transgènics?	192
97. Què hi té a veure la gastronomia molecular amb les molècules?	194
98. On acaba la química i on comença la biologia?	196
99. On acaba la química i on comença la física?	198
100. Quin futur té la química?	200
Taula periòdica dels elements	202

INTRODUCCIÓ

Contra el que diu l'eslògan, no tot és química. La radioactivitat, la gravetat o l'electricitat són fenòmens que la química no explica, sinó la física. Però és evident que totes les substàncies i tots els objectes materials poden ser descrits per la seva composició —química— i per la seva estructura íntima —química també. No tot és, doncs, química, però trobem la química pertot arreu.

Aquest llibre té per objecte presentar la química quotidiana, és a dir, substàncies, objectes o fenòmens quotidians que la ciència i la tecnologia química ens expliquen. La lectura de l'índex de les cent preguntes ens fa veure l'enorme abast d'aquesta proposta i la limitació que representa disposar només de cent respostes. Des de la cuina fins als medicaments, des dels transports fins al canvi climàtic, des de la química interpersonal fins a l'homeopatia, trobem conceptes químics, ciència química i explicacions químiques.

Algunes preguntes poden semblar jocs de paraules: és oxigenada l'aigua oxigenada? (pregunta 10); és destil·lada l'aigua destil·lada? (9); és cendra la cendra dels volcans? (37). D'altres són de la cuina de cada dia: hi ha tòxics a les patates fregides? (30); és perillós el tefló de les paelles? (64); per què hi ha mercuri a la tonyina i no a la sardina? (67). O preguntes de la química "peril·losa": quin és el tòxic més tòxic? (59); quins són els perills del transport de matèries peril·looses? (84). I moltes són d'una variada miscel·lània: es poden veure els àtoms? (77); què va ser Marie Curie, física o química? (91); com filtren els protectors solars? (69). I així fins a cent.

Les preguntes no segueixen un ordre predeterminat. Hi ha algunes referències creuades per facilitar la relació entre preguntes. Com és evident, l'objectiu del llibre és fer explícit al lector l'enorme quantitat d'informació que ens dona la ciència química, que ens permet

en bona part explicar la nostra vida quotidiana actual i quines perspectives científiques i tecnològiques de futur hi ha. Efectivament, les noves energies, la nanotecnologia, els nous medicaments, els nous materials, la bioquímica i la biologia molecular són temes i disciplines que es basen en la química. Així, la comprensió de la química és una eina essencial per entendre les bases del món del nostre futur, i el futur del nostre món.

01 / 100

QUANTS ELEMENTS HI HA?

Avui hi ha 118 elements químics.

El terme *element* ha tingut diferents significats al llarg del temps. Els filòsofs presocràtics de l'antiga Grècia intentaven explicar les propietats de tot el que hi ha a l'univers imaginant que deriva en origen d'una única substància: l'aigua, per a Tales de Milet; el foc, per a Heràclit; l'aire, per a Anaxímenes; o la terra, per a Xenòfanes. Empèdocles, cap a l'any 450 aC, va imaginar que eren totes quatre substàncies les arrels bàsiques de tot: l'aigua, l'aire, la terra i el foc. Fou Plató qui els va donar el nom d'*elements*. Aristòtil va acceptar aquesta concepció i va assignar a cada element una propietat principal i una de secundària. Així, l'aigua seria principalment freda i, secundàriament, humida; el foc, calent i sec; l'aire, humit i calent, i la terra, seca i freda. Aquests quatre elements són terrenals i, per tant, es poden corrompre. Plató i Aristòtil van suposar també que hi havia d'haver un cinquè element incorruptible que explicaria de què són fetes les estrelles, i li van donar el nom de *quintaessència* o èter. Amb aquests cinc elements es van explicar durant molts segles les propietats de la matèria, el funcionament dels organismes i les malalties. Aquesta idea es va anar substituint al llarg dels segles XVI i XVII a causa dels avenços que va fer la nova ciència que es va denominar *química*. Malgrat això, aquesta concepció encara perdura entre els seguidors de les ciències ocultes, l'astrologia i certes teràpies alternatives.

Al llarg dels segles XVIII i XIX els coneixements químics van anar assestant les bases del modern concepte d'*element* i van permetre arribar a la conclusió que totes les substàncies existents són constituïdes per un nombre limitat de substàncies bàsiques dites *elements químics*. Científics com Lavoisier i Dalton van relacionar el concepte *element* —la

substància— amb el concepte *àtom* com a partícula que constitueix un element, i van suposar que cada element químic està constituït per un sol tipus d'àtom, específic de cada element. Els compostos estarien formats per la unió d'àtoms d'elements.

Avui es coneixen 118 elements, classificats en la taula periòdica dels elements segons el seu nombre atòmic, que és el nombre de càrregues positives o protons en el seu nucli atòmic. Molts elements tenen noms coneguts: *oxigen, ferro, clor, sodi...* i d'altres tenen noms menys habituals, com *disprosi* o *hafni*. Cada element està representat per un símbol, d'una o dues lletres, que sol ser derivat del seu nom en llatí. Les substàncies reals corresponents als elements químics poden tenir estructures variades:

- El neó és un gas noble format per àtoms individuals de l'element, Ne.
- L'oxigen, el nitrogen o el clor són gasos formats per molècules, cada una de les quals formada per dos àtoms iguals: O_2 , N_2 , Cl_2 .
- El ferro, el magnesi, el sodi o el tungstè en estat sòlid són metalls formats per una estructura tridimensional d'àtoms dels metalls. Se solen representar per Fe, Mg, Na, W, però seria més correcte representar l'estructura per Fe_n , Mg_n , Na_n , W_n , on n representa un elevadíssim nombre d'àtoms.
- El carboni en estat sòlid és un element que es pot presentar en estructures tridimensionals (diamant), planes (grafit) o estructures més complexes, com els nanotubs de carboni. Es representa per C_n .

En l'antiguitat es coneixien deu substàncies que avui reconeixem com a elements: carboni (C), coure (Cu), ferro (Fe), plata (Ag), l'únic element amb nom femení, or (Au), plom (Pb), mercuri (Hg), sofre (S), estany (Sn) i zinc (Zn). Cap a l'any 1500 es van descobrir l'arsènic (As), l'antimoni (Sb) i el bismut (Bi). Després es van identificar el fòsfor (P), el cobalt (Co) i el platí (Pt). Al llarg del segle XIX es van descobrir la resta de metalls i no metalls, fins a l'element 92 urani U. Els segles XX i XXI, gràcies a tècniques basades en transmutacions nuclears, s'han pogut identificar o sintetitzar la resta d'elements fins al 118. Els darrers són tan inestables que només se'n creen alguns àtoms, que immediatament es destrueixen espontàniament.

No es coneix si hi ha un límit al nombre d'elements que poden existir.

02 / 100

QUANTES SUBSTÀNCIES HI HA?

Ara (estiu del 2017) hi ha identificades més de 130 milions de substàncies químiques.

Els químics distingeixen entre *substàncies* i *substàncies químiques*. Qualsevol objecte o producte està constituït per una substància o diverses. Una llauna de tonyina amb oli consta de la llauna, la pintura de la llauna, la tonyina i l'oli, tot substàncies diferents, i totes són barreges d'altres substàncies.

Les substàncies es poden classificar en dos grans grups: *substàncies químiques* i *barreges*. Una barreja és l'íntima unió de dues o més substàncies químiques, però cada component manté la identitat. Per exemple, l'aigua de mar és una dissolució —una barreja— d'aigua amb diverses sals. L'aigua i cadascuna de les sals són substàncies químiques.

Una substància química és, en una definició acadèmica, la matèria de composició constant que es caracteritza per les entitats bàsiques que la componen. Aquestes entitats bàsiques són de dues grans tipologies: molècules i ions.

Vegem substàncies constituïdes per molècules. L'aigua és formada per molècules pràcticament totes iguals, cadascuna de fórmula H_2O . Aquesta fórmula indica que la unitat mínima possible de la substància aigua és constituïda per dos àtoms d'hidrogen H i un d'oxigen O units. Les molècules són un tipus d'entitats bàsiques elementals. Moltes substàncies estan formades per molècules iguals. Algunes són petites, com les molècules dels gasos com el neó Ne (molècula monoatòmica), el nitrogen N_2 o el fluor F_2 , molècules diatòmiques, o molècules de l'aigua H_2O , del sucre $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ o de l'alcohol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Altres són molt grosses i es denominen *macromolècules*, com la cel·lulosa, els plàstics, el quars $(\text{SiO}_2)_n$ o el diamant C_n .

Vegem substàncies constituïdes per ions. La sal majoritària a l'aigua de mar és la sal comuna o clorur de sodi, que, quan és sòlida com en els salers, es representa per la fórmula $(\text{NaCl})_n$: hi ha un gran nombre d'entitats bàsiques, que en les sals no són àtoms sinó uns derivats dels àtoms que tenen càrrega elèctrica i es denominen *ions*. En el cas de la sal comuna, són ions positius de sodi Na^+ i un nombre igual de ions negatius de clor Cl^- , que formen una xarxa tridimensional enorme $(\text{Na}^+\text{Cl}^-)_n$, que se sol simplificar com NaCl . Però, a diferència de l'aigua, aquesta notació no representa molècules d' NaCl , que no existeixen. Totes les sals tenen aquesta estructura iònica.

Els metalls es representen amb fórmules com Fe (ferro) o Cu (coure), com si fossin formats per àtoms individuals, però realment són també xarxes similars a la de les sals, que en aquest cas estan formades per nuclis d'àtoms del metall units per un núvol d'electrons compartits per tots els nuclis.

El nombre de substàncies químiques creix sense parar fruit de la recerca a tot el món. El Chemical Abstracts Service (CAS, Servei de Resums de Química) es dedica a llegir i resumir tots els treballs de recerca que es fan de química al món i, quan detecten que algú ha sintetitzat o identificat una substància nova, li donen un número i la registren.

Les substàncies químiques que hi ha registrades són tots els metalls i aliatges —uns quants centenars—, totes les sals —molts milers—, tots els sòlids tridimensionals, i els milions i milions de molècules que s'han identificat a la naturalesa, en la biosfera o en la litosfera, o que s'han sintetitzat als laboratoris. I no sembla pas que aquest procés s'aturi per enlloc. Una consulta al web del CAS (<http://www.cas.org/>) permetrà confirmar-ho fàcilment al lector interessat.

No totes les substàncies químiques registrades existeixin actualment. Moltes s'han obtingut en un laboratori, se n'han determinat les propietats, s'ha vist que no servien per a res en aquell moment i no s'han guardat: només n'ha quedat l'article científic on s'explica la forma de sintetitzar-les. Altres substàncies, com alguns elements radioactius, tenen una vida tan curta que no es poden guardar ni un segon.

De substàncies que realment s'utilitzin n'hi ha unes 200.000, però la majoria són d'ús molt esporàdic. Les substàncies habituals a la indústria i al laboratori són unes 1.000.

03 / 100

QUINA ÉS LA SUBSTÀNCIA MÉS PURA DE CASA?

Entre els sòlids, el sucre blanc i el bicarbonat de sodi. Entre els líquids, l'aigua mineral de mineralització feble.

El concepte de *puresa* té dos significats principals. Col·loquialment, vol dir que no s'ha afegit res a la substància o que se li han tret les impureses que pogués portar. Així un oli d'oliva pur pot ser tant l'oli de primera premada sense que li hagin fet res, com el mateix oli filtrat, al qual han tret productes que li donen terbolesa.

Des del punt de vista químic, en canvi, una substància química pura és aquella que no conté més que el component que li dona nom. Aquest diferent sentit dels termes *pur* i *puresa* dona lloc a malentesos, a vegades fomentats per la publicitat. Per exemple, les diferents sals que s'han posat de moda a la cuina són pures perquè són tal com les treuen de les salines, però estan carregades d'impureses des del punt de vista químic: a més de clorur de sodi NaCl hi ha tot tipus de components, com argiles vermelles, en el cas de les dites sals de l'Himàlaia, que es treuen d'unes mines del Pakistan, a 600 km de la serralada de l'Himàlaia, o clorur de magnesi MgCl_2 i altres sals en les diverses sals en escames.

A casa hi ha moltíssimes substàncies, com és fàcil de constatar mirant els armaris dels lavabos, plens de diferents cosmètics, o les farmacioles o els armaris de la cuina. La immensa majoria d'aquestes substàncies són barreges, com es pot comprovar llegint les etiquetes on consten els ingredients. Altres substàncies que aparentment són pures, com els olis, en realitat són barreges de molècules diferents però similars, que en els olis són molècules de triglicèrids. Des del punt de vista químic són barreges fetes per la naturalesa, des del punt de vista del consumidor són substàncies pures.

També és una barreja el gas combustible. El gas ciutat és una barreja de metà, età, altres gasos i un odorant, i el gas butà una barreja de butà, propà i un odorant (pregunta 85). L'aire que respirem és una barreja de nitrogen, oxigen, argó, diòxid de carboni, vapor d'aigua i altres gasos en menor proporció.

L'aigua de l'aixeta conté unes quantes sals dissoltes, i restes del clor i de residus derivats de la seva potabilització. Per exemple, l'aigua de la xarxa de Barcelona té fins a 250 mg/l de duresa expressada com a carbonat de calci CaCO_3 . Les aigües minerals sense gas contenen sals, més o menys segons la seva mineralització. Algunes tenen menys de 25 mg/l de sals, i altres molt més.

Entre els pots de la cuina hi ha farina, sal i sucre. La farina de blat és una substància però no una substància química: és formada per trossos de cèl·lules de la llavor del blat, principalment amb hidrats de carboni, però també hi ha aigua, proteïnes, greixos i minerals. La sal comuna sol tenir una puresa del 95% de clorur de sodi NaCl i la resta és humitat i altres sals. El sucre blanc té més del 99,5% de sacarosa $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. El bicarbonat de sodi és també molt pur, més del 99%. En canvi, la major part de medicaments són barreges de l'ingredient actiu i altres substàncies excipients i complementàries.

L'avenç dels mètodes analítics químics i físics fa que amb els anys es puguin anar detectant concentracions més baixes de components. Pot fer l'efecte que ara hi ha més contaminants als aliments o a l'aigua, quan abans probablement hi havia els mateixos o més, però no es podien determinar per manca de precisió dels aparells.

04 / 100

EL CALCI DE LA LLET ÉS DIFERENT DEL CALCI DE LES SALS?

No hi ha cap diferència detectable entre els dos calci.

L'element calci Ca és un metall dels denominats *alcalinoterris*, juntament amb el beril·li Be, el magnesi Mg, l'estranci Sr, el bari Ba i el radi Ra. Són molt reactius i no es troben mai purs a la naturalesa, sinó només en forma de compostos. La pedra calcària, el marbre o la dolomita són roques formades per carbonat de calci, una sal de fórmula general CaCO_3 . Forma les closques de molts mol·luscs i dels ous.

És un element imprescindible per a l'organisme. La part mineral dels ossos i de les dents és feta de fosfats de calci similars al mineral apatita. I pels fluids corporals hi circula calci dissolt en forma de ió calci Ca^{2+} , que hi fa diverses funcions.

Els nostres cossos contínuament excreten ions calci, i per això amb la dieta cal aportar-ne les dosis suficients. Durant els períodes de creixement, la formació dels ossos requereix dosis altes de calci, així com en els períodes que la dona alleta els fills. En edats més avançades, especialment després de la menopausa, hi ha una pèrdua progressiva de massa òssia, i per tant de calci. Es té osteoporosi quan la reducció de massa òssia mineral és significativament més alta que el conjunt de la població de la mateixa edat.

A la dieta dels adults hi ha d'haver uns 1.000 mg de calci al dia, i uns 1.200 o més per a les situacions d'especial demanda. La llet n'és una de les fonts principals, pel caseïnat de calci que conté. A la llet de vaca n'hi ha una mitjana de 1.200 mg/l. Altres aliments amb quantitats importants de calci són els iogurts, els formatges i els recuits, la verdura (col, bledes, créixens), els peixos que es mengen amb espina

com la sardina de llauna —fins a 5.000 mg/kg—, els llegums, les ametlles, les figues... El calci que s'absorbeix millor és el de la llet.

Les llets enriquides amb calci tenen fins a 1.600 mg/l. Les llets de soia, de civada, d'arròs i similars són tècnicament orxates, i solen contenir poca quantitat de calci. Se solen enriquir amb sals de calci per tal de donar-los alguna similitud amb la llet. L'enriquiment pot fer-se amb caseïnat de calci procedent de llet o amb sals minerals de calci, com el fosfat de calci $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, sal acceptable per al col·lectiu vegà.

Des del punt de vista de la qualitat del calci, la seva procedència és irrellevant, perquè l'organisme no en distingeix l'origen: els ions calci són tots iguals quan són a l'aparell digestiu i al torrent sanguini. Distingir-ne l'origen és una estratègia publicitària sense fonament científic.