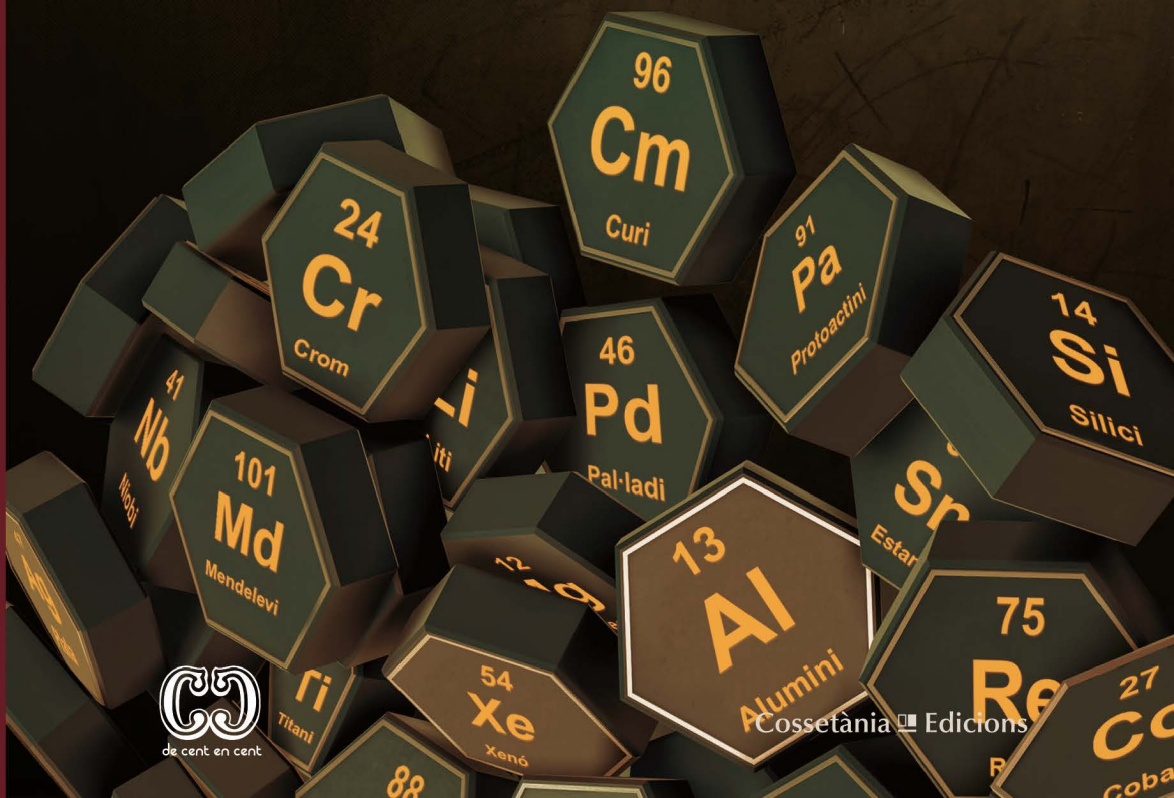


1000

CURIOSITATS SOBRE LA TAULA PERIÒDICA I ELS ELEMENTS QUÍMICS

Santiago Álvarez, Eduard Cremades, Josep Duran,
Xavier Duran, Claudi Mans i Pep Anton Vieta



**100 curiositats
sobre la taula periòdica
i els elements químics**

• Col·lecció De Cent en Cent – 55 •

100 curiositats sobre la taula periòdica i els elements químics

Santiago Álvarez, Eduard Cremades,
Josep Duran, Xavier Duran, Claudi Mans
i Pep Anton Vieta

Cossetània
EDICIONS

Primera edició: juny del 2019

© Santiago Álvarez, Eduard Cremades, Josep Duran, Xavier Duran,
Claudi Mans i Pep Anton Vieta

© 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: 3 x Tres

Impressió: Romanyà Valls, SA

ISBN: 978-84-9034-844-4

DL T 644-2019

ÍNDEX

La primera taula periòdica publicada per Mendeléiev.....	11
Introducció.....	13
1. Quants elements t'envolten a casa?	15
2. Què és un element químic?	17
3. L'aire, la terra, l'aigua i el foc són elements?	19
4. Quins elements es coneixien a l'antiguitat?	21
5. Quins elements químic s'esmenten a la Bíblia?	23
6. Quants elements es van descobrir al segle XVIII?	26
7. Per què calia ordenar els elements?	28
8. Com s'havien intentat ordenar els elements?	30
9. Per què Dmitri Mendeléiev no va rebre el premi Nobel de Química?.....	32
10. És cert que Mendeléiev va dissenyar la taula periòdica després d'un somni revelador?	34
11. Amb quins elements es va equivocar Mendeléiev?.....	36
12. Quants dissenys de taula periòdica hi ha?.....	38
13. Per què la taula periòdica s'ajusta a un DIN A4?	40
14. Per què el nombre atòmic és sempre un nombre natural i la massa atòmica, un nombre amb decimals?	41
15. Per què és periòdica la taula periòdica?.....	43
16. Existeix l'element de nombre atòmic zero?	46
17. Què és l'illa d'estabilitat de la taula periòdica?	47
18. Es poden trobar elements artificials a la natura?	49
19. Els elements de la TP són substàncies reals o àtoms idealitzats?.....	51
20. Està ben col·locat l'hidrogen a la taula periòdica?.....	53
21. Què significa que un element és radioactiu?	55
22. On se sintetitzen els elements sintètics?	57
23. La taula periòdica de la Universitat de Barcelona dissenyada per un nazi	59
24. Per què alguns elements tenen símbols que no s'assemblen gens al seu nom?	61
25. Quins elements hi ha a la natura en forma de substància elemental?.....	63
26. Per què hi ha tan pocs elements líquids?.....	65
27. És cert que provenim dels estels?	67
28. Per què són nobles els gasos nobles?	69

29. La taula periòdica del teu cos.....	71
30. Tinc una taula periòdica al mòbil?.....	73
31. Quin és l'element més sociable?.....	75
32. Quins elements tenen gran protagonisme en la revetlla de Sant Joan?.....	77
33. Elements per donar color a la vida.....	79
34. Quins elements permeten conèixer en quina època es va elaborar una pintura?.....	81
35. Quins elements hi ha en el nucli de la Terra?.....	83
36. Quins elements han permès lluitar contra les infeccions?.....	85
37. La taula periòdica a la farmaciola.....	87
38. Quins elements hem afegit al nostre cos?.....	89
39. Quins metalls donen impuls al cotxe elèctric?.....	91
40. Hi ha elements en perill d'extinció?.....	93
41. Quin és l'element més abundant a l'Univers?.....	95
42. L'hidrogen pot ser el combustible del futur?.....	97
43. Quin element es va descobrir abans al Sol que a la Terra?.....	99
44. Quin metall va ajudar les persones que patien l'estat d'agitació conegut com <i>mania</i> ?.....	101
45. És cert que una mina de llapis i un diamant estan formats pel mateix element?.....	103
46. Quin és l'element més negre?.....	105
47. El nitrogen és un gas inert?.....	107
48. Quin gas va canviar l'aspecte de les nits de París, Nova York i Las Vegas?.....	109
49. Quin element ens ha donat més la llauna?.....	111
50. Quin element va guanyar al campió mundial d'escacs?.....	113
51. Clor, l'element de dues cares.....	115
52. Realment Popeye ingeria gaire ferro amb els espinacs?.....	117
53. De què estan fetes les monedes?.....	119
54. Per què el tecneci no existeix pràcticament a la naturalesa?.....	122
55. Com puc endurir l'eina?.....	124
56. Em rovello?.....	126
57. Napoleó va ser derrotat a Rússia per no saber prou química?.....	128
58. Per què a la taula periòdica hi trobem uns elements coneguts com <i>metalls nobles</i> ?.....	130
59. Per què el barreter d' <i>Alicia al país de les meravelles</i> era ben boig?.....	132
60. Es pot aconseguir la transmutació de plom en or?.....	134
61. Són rares les terres rares?.....	136
62. Hi ha metalls més cars que l'or?.....	138
63. Es pot ser més pesat que el plom?.....	140
64. Quins elements van accelerar la fi de la Segona Guerra Mundial?.....	142
65. L'urani empobrit, per a bombes no nuclears.....	144
66. Quins són els elements de Marie Curie i per què s'anomenen així?.....	146
67. Podria haver-hi elements extraterrestres diferents dels de la Terra?.....	148

68. Quina és la taula periòdica més petita que s'ha fet mai? I la més gran?.....	150
69. Descobriment d'elements en la ficció.....	152
70. Jocs de taula amb la taula	154
71. Es pot fer màgia amb la taula periòdica?	156
72. La taula periòdica dels aliments.....	158
73. Els falsos elements.....	160
74. Els elements nacionalistes	162
75. Elements de la ciència-ficció	164
76. Hi ha regles mnemotècniques per aprendre la taula periòdica?	166
77. La taula periòdica forma part de l'imaginari popular?	168
78. Hi ha igualtat de gènere a la taula periòdica?.....	170
79. Quines lletres no apareixen a la taula periòdica?.....	173
80. Les paraules amb més símbols químics.....	175
81. Les taules periòdiques no químiques	177
82. Música inspirada en els elements.....	178
83. Quants elements porten noms derivats de planetes i per què?.....	180
84. Elements de poesia	182
85. Quines obres literàries parlen d'elements químics?	185
86. Hi ha hagut disputes en els descobriments dels elements?	187
87. Si descobreixo un element, el podré batejar amb el meu nom?.....	189
88. Quins noms i símbols s'han descartat al llarg de la història?	191
89. Hi ha persones que, en vida, hagin donat nom a algun element?.....	194
90. Quina població ha donat nom a més elements?	196
91. Plantes que actuen com a detectors d'elements.....	197
92. Qualsevol lloc és bo per a una taula periòdica	199
93. Música feta amb elements	201
94. Què tenen a veure els futbolistes amb la taula periòdica?	203
95. Palíndroms amb símbols atòmics	205
96. Quins elements tenen noms amb origen mitològic?	207
97. És possible obtenir una taula periòdica amb mostres de cadascun dels elements?	209
98. Una taula periòdica pot esguerrar una sèrie de televisió?.....	211
99. Quins països han descobert els elements?.....	213
100. Com serà la taula periòdica d'aquí a 100 anys?	215
 Autors dels capítols	 217
Agraïments	219
Taula periòdica dels elements químics	220

LA PRIMERA TAULA PERIÒDICA PUBLICADA PER MENDELÉIEV

			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199.
			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
H=1			Zn=65,2	Cd=112	
	Be=9,4	Mg=24	?=68	Ur=116	Au=197?
	B=11	Al=27,4	?=70	Sn=118	
	C=12	Si=28	As=75	Sb=122	Bi=210
	N=14	P=31	Se=79,4	Te=128?	
	O=16	S=32	Br=80	I=127	
	F=19	Cl=35,5	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
Li=7	Na=23	K=39	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
		Ca=40	?=45	Ce=92	
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

Aparegué a la revista de la Societat Química Russa (MENDELÉEV, D.I. "Sootnoshenie svoistv s atomnym vesom elementov", *Zhurnal Russkogo Khimicheskogo Obshestva*, vol. 1, parts II-III. Sant Petersburg, 1869, pàg. 60-77).

Els elements hi són classificats segons la massa atòmica que en aquell moment se'ls suposava, que després en alguns va canviar. Conté 67 posicions, de les quals quatre són elements predits per Mendeléeiev però encara no descoberts. Els interrogants indiquen les diverses incerteses en les masses atòmiques, així com en la identificació de certs elements. Hi ha símbols obsolets (Ur, Yt) i un element no existent, el didimi (Di) (vegeu capítol 73).

INTRODUCCIÓ

La taula periòdica dels elements té un gran valor per als químics i per als científics en general. Però també és una icona ben coneguda —de vegades apreciada i de vegades potser odiada— pels estudiants. I s'ha guanyat el seu paper fins i tot en la cultura popular, gràcies a la seva versatilitat a l'hora d'elaborar dissenys atractius, símbols o jocs de paraules. Tasses, samarretes, rellotges i molts altres objectes aprofiten la taula sencera o alguns elements concrets i els seus símbols. Quanta gent ha intentant construir acrònims, paraules o fins i tot frases aprofitant els símbols dels elements químics!

L'any 2019 ha estat declarat per l'ONU i la UNESCO l'Any Internacional de la Taula Periòdica dels Elements Químics (2019 AITP, 2019 IYPT en anglès). El motiu és que fa 150 anys que el químic rus Dmitri I. Mendeléiev va presentar al públic la seva primera ordenació periòdica dels elements químics, idea que es va mostrar molt profitosa immediatament. Al segle XIX ja es coneixien molts elements i diversos investigadors buscaven alguna pauta que permetés agrupar-los. Mendeléiev va ser qui ho va aconseguir.

Aquest llibre és un recull de cent preguntes, qüestions o temes sobre la taula periòdica i els elements químics. Està ordenat en tres blocs temàtics. El primer bloc, del capítol 1 al 25, inclou aspectes relacionats amb la taula periòdica: com es van anar descobrint diversos elements, per què cal ordenar-los, quin és el criteri d'ordenació i altres qüestions referides a la taula. Els capítols del 25 al 66 comenten diversos aspectes dels elements, individualment o en grups. Finalment, del 67 al 100 hi ha una miscel·lània de qüestions sobre temes lingüístics, històrics, dels mitjans de comunicació i curiositats diverses referides a la taula periòdica o als elements que s'hi inclouen. Per exemple, la taula periòdica és present en obres literàries? Què ens diu

la química sobre una derrota de Napoleó? S'han fet cançons sobre els elements químics? Apareix de forma coherent en sèries de televisió o pel·lícules? Aquesta classificació és només aproximada, perquè entre aquests temes no hi ha cap frontera conceptual. S'han triat els temes per la seva rellevància, pel seu interès històric i també pels gustos personals dels autors, naturalment.

Hi ha hagut sis redactors d'aquest llibre. Al final hi ha una llista amb els capítols que ha fet cadascú. Són sis estils de redactar, que es detecten ben clarament en la lectura. No hem pretès unificar redaccions: les diferències són, en aquest cas, enriquidores. Però sí que tots ens hem llegit els escrits dels altres i hi hem aportat els suggeriments que ens han semblat oportuns.

En aquest sentit és una obra col·lectiva. Entre els sis hi ha professors de secundària i d'universitat i periodistes científics, tots interessats i experimentats en la divulgació de la ciència i amb visions pròpies de què i com divulgar. I per què hem estat sis i no més o menys? Som els sis autors que vam respondre a una crida inicial que es va fer al començament del 2018 i que ens hi hem compromès fins al final.

Aquest text és ple de referències encreuades d'un capítol a un altre. Les indicarem amb claudàtors. Per exemple, [9] remet el lector al capítol 9, en el qual sabrà per què no li van donar el premi Nobel a Mendeléiev. En canvi, si el que volem és referir-nos al fluor, que té el nombre atòmic 9 en la taula periòdica, ho posarem entre parèntesis, així: (9). Els noms dels elements s'han escrit generalment en la versió catalana aprovada per l'IEC o pel Termcat per als elements posteriors al 111.

01 / 100

QUANTS ELEMENTS T'ENVOLTEN A CASA?

Estem envoltats de substàncies sòlides, líquides, gasoses, pastes, pols... Moltes són barreges, formades per substàncies pures, que poden ser elements o compostos: uns són metalls com el ferro, altres són compostos orgànics —derivats de la biosfera o sintetitzats per la química— com l'alcohol o el paracetamol, altres són compostos inorgànics com el vidre o la sal. I tots deriven dels elements de la taula periòdica. No dels 118 que hi ha ara, perquè d'alguns no n'hi ha a l'entorn i es transmuten molt de pressa a causa de la seva radioactivitat, però sí que 80 elements, almenys, ens envolten o els tenim al cos [29].

De cada element cal distingir si hi és en forma de substància elemental —només àtoms de l'element— o formant part d'un compost, unit a altres elements. Així, a l'aigua, H_2O , per exemple, hi ha hidrogen i oxigen, però no en forma elemental. Hi ha poques substàncies elementals a l'entorn, perquè la major part són compostos [25]. Així, molts dels que anomenem *metalls* són aliatges [55] amb un element en forma de grànuls barrejat amb grànuls d'altres elements o compostos.

Vegem un dia de la nostra vida. Al matí em sona el mòbil, que porta més d'una vintena d'elements químics [31]. Baixo a fer el cafè, barreja d'aigua i compostos de carboni, nitrogen, oxigen, hidrogen i fins i tot algun amb sofre. Amb la llet s'hi incorporen compostos de calci. I als cereals hi ha miques de ferro —l'element— i també compostos de zinc i altres minerals [72]. I em rento les dents amb una pasta que segurament conté compostos de fluor i clor.

Agafó un vehicle per anar a la feina. Quants elements poden haver-hi? El xassís i la carrosseria contenen ferro [aliat amb carboni i altres metalls formant tota mena d'acers] i alumini [49] i estan pintats amb diverses capes de pintures que són resines orgàniques i pigments

molt variats amb compostos de metalls com titani, crom, ferro o zinc. Jo vaig tranquil·la per l'*airbag*, que conté azida de sodi (NaN_3), que es descompon i forma sodi i nitrogen, gas que infla l'*airbag* en alguns mil·lisegons.

En el sistema electrònic del vehicle hi ha de tot: silici [50], germani, gal·li, arseni, tàntal, níquel, indi i antimoni en forma de semiconductors, que són barreges complexes. El coure [53] i l'estany [57] metàl·lics formen part del sistema elèctric, que en molts vehicles és alimentat per una bateria de plom i antimoni. Els vidres són silicats —compostos— de diversos metalls com plom, bor, o sodi. A les rodes, a part del cautxú —carboni i hidrogen—, en vulcanitzar-lo hi hem afegit sofre i més carboni. I filferro, i fibres de plàstic. Per poder circular, és inevitable, per ara, que el nostre cotxe cremi (si no és elèctric) gasolina, gasoil o gas, que són barreges de compostos de carboni i hidrogen. Els gasos d'escapament es depuren amb el catalitzador de platí, rodi o pal·ladi metàl·lics.

Quan seiem a taula per fer un àpat, ingerim, a més d'aigua, aliments que són compostos orgànics formats per molts elements diferents: carboni, nitrogen, oxigen, hidrogen, fòsfor, calci, potassi, zinc, sodi i, en menors quantitats, també hi incorporem ferro, magnesi, iode, sofre, clor i crom [72].

Als productes de neteja o de cosmètica hi ha centenars de compostos, la majoria de carboni, hidrogen i oxigen derivats de la biosfera o del petroli. I també compostos de nitrogen, sofre, fòsfor, sodi, potassi, magnesi i altres. I els medicaments [34, 36], les pintures [33], els materials de construcció i la resta de materials i productes.

En resum: al nostre entorn trobem dotzenes d'elements. Uns quants, especialment els metalls, hi són en forma de substàncies elementals, com a les monedes [53]. I són substàncies elementals també alguns gasos d'ús habitual: el clor de l'aigua de la xarxa per depurar-la [51], els gasos de l'aire (barreja d'oxigen i nitrogen), l'heli dels globus [43], el neó i el criptó dels tubs fluorescents [48], l'argó de les soldadures o l'hidrogen carburant de certs vehicles [42].

I l'element carboni en forma de diamant [45], junt amb l'or i el platí, això per a aquells que tinguin joies...

02 / 100

QUÈ ÉS UN ELEMENT QUÍMIC?

L'evolució històrica del concepte d'*element* ha estat considerable. Des de sempre, els filòsofs han intentat explicar la naturalesa de la realitat mitjançant models. A l'antiga Grècia es van imaginar que es podia explicar la naturalesa de les coses com derivada de l'aigua, de l'aire, de la terra o del foc, que combinats en proporcions adequades donaven tota la resta de substàncies [3]. Aquesta visió va perdurar al llarg dels segles, fins que els alquimistes medievals es van imaginar que els principis bàsics eren tres: el mercuri, el sofre i la sal, també entesos com a elements que, combinats en diferents proporcions, donaven la resta.

Robert Boyle, al segle XVII, va superar els conceptes alquímics imaginant que hi havia un nombre molt més gran d'elements, com els atomistes grecs havien postulat. A partir d'aquell moment, la tasca dels químics va ser aïllar i caracteritzar aquests elements per les seves propietats físiques i químiques i buscar aquelles substàncies que no es podien descompondre en altres de més simples. Així, un element era, per a Lavoisier, una substància pura que no es podia descompondre. L'aigua, doncs, va deixar de ser considerada un element, perquè podia descompondre's en hidrogen i oxigen, gasos prèviament identificats.

El concepte d'*element*, que per a Lavoisier era bàsicament experimental, va rebre el 1808 un suport teòric de Dalton, que va definir la teoria atòmica, en la qual recuperava algunes idees prèvies de Demòcrit: definia *àtom* com una partícula separada i indestructible i postulava que els àtoms d'un mateix element són tots iguals, i diferents dels d'un altre element. Un compost seria la unió en certes proporcions d'àtoms de diferents elements. Aquests conceptes foren la base de la química del segle XIX, que va atribuir a cada àtom d'element un pes relatiu, segons les proporcions en què es combinaven per donar

compostos. La llista de pesos atòmics dels elements va permetre a Mendeléiev confegir la seva taula periòdica, en la qual s'observava la periodicitat de les propietats dels elements (vegeu la pàgina 11).

Fins al final del segle XIX, doncs, un element era una substància que no podia ser descomposta en altres de més senzilles per mètodes químics, com diuen encara les definicions de molts diccionaris.

El segle XX fou el de la comprensió de l'estructura interna dels àtoms. Van den Broek i Moseley van definir el nombre atòmic Z de cada element com el nombre de protons del seu nucli, igual que el nombre d'electrons del seu entorn en l'àtom neutre. Es va comprovar experimentalment que podien haver-hi diferents tipus d'àtoms en un mateix element, que es diferenciaven pel nombre de neutrons en el seu nucli, cosa que els donava masses diferents. Així, el sodi, Na, de nombre atòmic 11, es pot trobar amb deu nuclis diferents, amb 11, 12, 13 o més neutrons, nuclis que tenen diferent estabilitat. El més estable i abundant és el de 12 neutrons i de massa atòmica 23, de símbol ^{23}Na . Les altres variants, ^{22}Na , ^{24}Na i la resta, es denominen *isòtops* del sodi, paraula derivada per Moseley del grec *isos*, 'igual', i *topos*, 'ubicació'. Tots ocupen el mateix lloc a la taula periòdica. Tenen les mateixes propietats químiques, perquè reaccionen de la mateixa manera, però algunes de les propietats físiques, com la massa atòmica, són diferents. L'existència d'isòtops explica que les masses atòmiques dels elements siguin nombres fraccionaris [14].

Un element químic es defineix avui com una substància formada per àtoms amb el mateix nombre de protons en el seu nucli. Aquest és un concepte abstracte que té en compte només l'estructura de l'àtom. Una altra cosa és la substància elemental real que formen aquests àtoms, com es discuteix en un altre capítol [19].

03 / 100

L'AIRE, LA TERRA, L'AIGUA I EL FOC SÓN ELEMENTS?

El concepte d'*element* ha evolucionat amb el temps [2]. Des de sempre, la filosofia ha estat interessada a trobar principis unificadors que expliquin la naturalesa de les substàncies i els objectes, per què són com són i tenen les propietats que tenen. A l'antiga Grècia, bressol de la filosofia occidental, Tales de Milet, cap al 600 aC, va proposar que l'aigua era l'origen de totes les coses, perquè de l'aigua sorgeix la vida. Va ser la primera explicació de la naturalesa de les coses no basada en idees sobrenaturals.

A la mateixa època, Anaxímenes considerà que allò primigeni de totes les coses és l'aire diví, una boira de la qual, per condensació, surten l'aigua i la resta de matèries.

Heràclit d'Efes creia que, a la natura, tot està en continu moviment i canvi, i va considerar que allò que millor representava aquesta idea era el foc, al qual atribuï metafòricament l'origen de tot. A diferència dels anteriors, Anaximandre considerava que hi havia d'haver un principi més general que els anteriors, que denominà *l'indeterminat* o *l'infinit* (en grec, *to apeiron*).

Empèdocles d'Agrigent, que coneixia les obres dels filòsofs anteriors, postulà una doctrina pluralista, en la qual tot s'explicava per la presència de quatre elements: la terra, l'aire, l'aigua i el foc. Aquests principis s'unien o es desunien per l'acció de dues forces contràries: l'amor i l'odi, que barregen o separen. Cada element tenia una propietat principal i una de secundària: l'aire és humit i calent, el foc és calent i sec, la terra és seca i freda, i l'aigua és freda i humida. A més, Plató va associar cada element a un dels poliedres regulars: la terra al cub, el foc al tetraedre, l'aire a l'octaedre, l'aigua a l'icosaedre; el dodecaedre el va associar al conjunt de l'Univers.

Uns quants anys després, els filòsofs atomistes desenvoluparen una segona línia de pensament totalment independent. Suposaven que tot allò material estava format per petites partícules indivisibles i eternes denominades *àtoms*, de formes i propietats diferents, que s'unien entre si mitjançant ganxos que tenien a la seva superfície i això donava lloc a tota mena de substàncies. Aquesta teoria fou desenvolupada principalment per Leucip i Demòcrit, i té sorprenents analogies formals amb la teoria atòmica desenvolupada dos mil anys després per Dalton.

Aristòtil, cap al 300 aC, recollí les idees anteriors i altres i les reuní en volums que contenien tots els coneixements de totes les branques, tant científiques com socials i filosòfiques, i les enriquí amb les seves aportacions. El seu llegat va durar a Europa i al món islàmic fins al Renaixement. Pel que fa a la composició de la natura, considerava que als quatre elements d'Empèdocles s'hi havia d'afegir un cinquè element, l'èter o quinta essència, sense pes i molt subtil. Les proporcions de cadascun d'aquests cinc elements donaven les substàncies amb les seves propietats. Un tros de metall, per exemple, seria principalment terra amb una mica dels altres elements. Un estel seria primordialment èter. El cos humà és una barreja dels quatre elements clàssics en diferents proporcions segons l'individu, sense èter.

Els elements en la cultura xinesa antiga també eren cinc: terra, aigua, foc, fusta i metall. Es coneixien també com *els cinc moviments* i *les cinc energies elementals*. A diferència dels elements d'Empèdocles, es podien interconvertir entre si.

També la cultura hindú, cap al segle IV, contemplava cinc elements: èter, aire, foc, aigua i terra, que es componien de combinacions d'elements encara més subtils: so, tacte, color, gust i olor.

Les idees d'Aristòtil es mantingueren entre els alquimistes, els metges i els filòsofs de tota l'edat mitjana. Les noves idees físiques basades en l'experimentació sistemàtica i la reflexió teòrica de Galileu, Descartes, Avicenna i molts altres van anar substituint la teoria aristotèlica, i Lavoisier va rebutjar amb arguments químics sòlids la idea d'èter, l'última que quedava de la visió antiga [7].