

# La taula periòdica, una àgora de l'art i la ciència

The periodic table, a meeting point for art and science

Santiago Alvarez / Universitat de Barcelona. Departament de Química Inorgànica i Institut de Química Teòrica i Computacional



## resum

Aquest article pretén mostrar com la taula periòdica dels elements és un punt de trobada entre les diferents vessants de la cultura: humanística, artística i científica. Aquesta icona de la química i els seus components són font d'inspiració per als creadors, alhora que un model per a l'organització visual d'elements d'informació de tot tipus de coneixements. Per aquesta raó, la taula periòdica és una eina pedagògica de primera magnitud no tan sols per a l'ensenyament de la química, sinó també per establir ponts entre disciplines. Amb aquest propòsit es mostren exemples relacionats amb la música, la literatura, les arts plàstiques, els còmics i el cinema.

## paraules clau

Taula periòdica, música, literatura, art, còmics, cinema, comunicació visual.

## abstract

This article is an attempt to show how the periodic table of the elements is a meeting point for the different facets of our culture: humanistic, artistic and scientific. This icon of chemistry together with its components constitute a source of inspiration for creators, as well as a model for the visual organization of information elements in many fields of knowledge. For that reason, the periodic table is a first rate pedagogical tool, not only for teaching chemistry, but also for building bridges with other disciplines. With this purpose, examples related to music, literature, fine arts, cartoons and films are given.

## keywords

Periodic table, music, literature, art, cartoons, movies, visual communication.

## Introducció

La taula periòdica dels elements és l'àgora on es troben art, ciència i cultura per dialogar sobre la matèria, la llum, la història, la llengua i la vida. És una eina docent extraordinària que permet establir ponts entre la cultura humanística i la ciència. En paraules de Levi (2011): «Si repassem els noms dels elements, veiem que constitueixen un mosaic pintoresc que s'estén en el temps, des de la llunyana prehistòria fins a avui, en el qual afloren potser totes les llengües i civilitzacions d'Occident: els nostres misteriosos pares indoeuropeus, l'antic Egipte, el grec dels

grecs, el grec dels hel·lenistes, l'àrab dels alquimistes, els orgullosos nacionalistes del segle passat i fins el sospitós internacionalisme d'aquesta postguerra».

**La taula periòdica dels elements és l'àgora on es troben art, ciència i cultura per dialogar sobre la matèria, la llum, la història, la llengua i la vida**

És responsabilitat de l'escola evitar que en les joves ments dels estudiants es perpetui la compar-

timentació del coneixement que inevitablement implica l'estructuració de l'ensenyament en assignatures. Hauríem, doncs, de proporcionar-los la xarxa neuronal que connecta els diversos territoris de la nostra cultura, en el sentit més ampli del terme, sense discriminar les vessants científiques de les humanístiques. El propòsit d'aquest article és oferir-vos alguns exemples de temes que es poden tractar des de les dues perspectives, prenent com a excusa els elements químics i la seva classificació periòdica, amb l'objectiu de difuminar les fronteres artificials entre les mal anomenades dues



Figura 1. Elemento periòdico, fotografia de Juan Manuel Castro Prieto (2005). Reproduïda amb permís de l'autor.

cultures (Snow, 1977). Així ho fa el fotògraf Juan Manuel Castro Prieto, que ha estat capaç de captar la commovedora imatge d'una taula periòdica pintada a mà a la façana d'una escola rural d'Etiòpia (fig. 1) com un element més d'un estudi visual sobre els etiòps i el seu medi (Castro Prieto, 2009). Un contrapunt cultural a aquesta imatge ens el proporciona la taula periòdica instal·lada pel professor de Química d'una escola de Higdon (Alabama, EUA) al sostre de l'aula on fa classe, amb la intenció de contrarestar altres focus d'atracció per als alumnes, com ara *playstations*, *nintendos* i *xboxes* (Wang, 2012).

Recordeu també com la mitologia troba el seu lloc a les caselles de diversos elements del sistema periòdic. D'una banda, tenim els elements coneguts des de l'antiguitat, que s'associaven als astres i als corresponents déus grecs (i romans): el mercuri, associat al déu alat; el plom, a Cronos (Saturn); l'estany, a Zeus (Júpiter); el coure, a Afrodita (Venus); la plata, a Artemisa (Diana), la caçadora; el ferro,

a Ares (Mart), i l'or, a Apol·lo. D'altra banda, elements descoberts més recentment han estat també batejats en honor de personatges mitològics: el titani, en record dels titans; el vanadi, en honor de Vanadis, deessa escandinava de la bellesa, pels atractius colors dels seus compostos; el tàntal, pel fill de Zeus i la nimfa Pluto; el niobi, en honor de Níobe, filla de Tàntal a la mitologia grega; el prometi, tot recordant Prometeu, que robà el foc a Zeus per donar-lo als humans, i el tori, en honor de Thor, déu del llamp a la mitologia germànica.

Tampoc no ens ha d'estranyar que pertot arreu hi hagi sales de museus dedicades a un element o fins i tot museus monogràfics. A tall d'exemples representatius, podem esmentar el Museo del Oro, a Bogotà; el Museo del Mercurio, a Almadén (Ciudad Real); les sales dedicades a l'estany i a l'argent al Musée d'Art et d'Histoire, a Ginebra; el National Coal Mining Museum (carboni), a Wakefield, prop de Leeds; el New Mexico Mining Museum

(urani); el Zinkhütter Hof (zinc i llautó), a Stolberg, prop d'Aquisgrà; el Museu de les Mines de Cercs (carboni); el Coalbrookdale Museum of Iron (ferro), prop de Birmingham, i el petit però interessantíssim Museu del Coure, a les Masies de Voltregà.

En aquest article, us presento exemples de relacions entre la taula periòdica o els elements amb els aspectes humanístics de la nostra cultura. Els he agrupat en apartats dedicats a la música, la literatura, les arts plàstiques, els còmics i el cinema, tot i que us encoratjo a interpretar-los de forma transversal. Podríeu, per exemple, pensar com es pot parlar de l'oxigen i de les seves propietats físiques i químiques aprofitant cançons, poemes, fragments de novel·les o la coneguda obra de teatre de Djerassi i Hoffmann (2011).

### Música

Mentre que ens sembla natural que qualsevol pel·lícula, reportatge visual i vídeo vagin acompanyats de música, les nostres classes continuen sent fonamentalment recitatives. Per què no ens atrevim a introduir una falca musical o una cançó enmig d'una assenyada lliçó de química? És que les diverses parcel·les del coneixement no tenen també banda sonora? No ajudaria, per exemple, la cançó *First and second law*, de Flanders i Swann, a veure amb més bons ulls i a recordar per sempre els principis de la termodinàmica? Imaginem el debat que podríem organitzar intentant esbrinar en què estaria pensant el compositor d'un tema de música clàssica o de jazz instrumental quan li va posar un títol químic a la seva peça. Què volia dir Ornette Coleman quan va compondre *Elements different forms or same*, enregistrada per Joachim Kühn al piano? Per què el saxofonista Joe

Henderson va anomenar *Isotope* una de les seves peces més conegudes?

Sí que sabem, en canvi, què pensava Julian Wagstaff quan va compondre el trio per a clarinet, violoncel i piano *Persistent illusion*. Aquesta obra va ser encarregada per la Royal Society of Chemistry per celebrar l'Any Internacional de la Química (AIQ) i va ser estrenada a Edimburg el desembre de 2011. Pensant en el passat, present i futur de la química, Wagstaff va manllevar el títol a Albert Einstein, que havia comentat que la distinció entre passat, present i futur és una «il·lusió tossudament persistent». En aquest viatge musical a través del temps, el primer moviment representa un diàleg a tres bandes en què intervenen Alexander Crum Brown (1838-1922), professor a Edimburg i pioner en l'ús de fórmules estructurals per descriure els compostos orgànics (Crum Brown, 1864; Crum Brown, 1865); el químic i compositor musical Alexander Borodin (1833-1887), i el descobridor del diòxid de carboni, Joseph Black (1728-1799). Aquest moviment recorda els primers compassos de la sonata per a violoncel de Borodin, una obra de joventut que, al seu torn, s'inspira en el primer tema de la primera sonata en sol menor de Bach (BWV 1001). El segon moviment representa el procés de cristal·lització, de manera que el piano «cristal·litzat» en acords les notes soltes que surten dels altres dos instruments. L'últim moviment neix de les discussions del compositor amb alumnes i mestres de les escoles d'Edimburg, als quals demanà que escrivissin en un tros de paper pautat grups de notes inspirades per fórmules i estructures químiques.

Ja veieu com una peça musical ens permet establir connexions

## Si en comptes de mirar cada element per separat ens interessem per la música associada a grups d'elements o a la taula periòdica en conjunt, podem començar pel principal autor del sistema periòdic

entre les fórmules químiques i el procés de cristal·lització i fer alhora un viatge per la història de la música, des del Barroc fins als nostres dies. Podeu trobar més exemples i fins i tot una discografia bàsica en articles anteriors meus sobre la relació entre la música i la química (Alvarez, 2007; Alvarez, 2008a; Alvarez, 2008b), així com en un estudi recent de João Paulo André sobre els verins a les òperes (André, 2013). Em centraré més aviat en la música directament relacionada amb els elements o amb la taula periòdica. Un enfocament de tipus sociològic consisteix a quantificar el nombre d'obres musicals amb el nom d'un element al seu títol, la qual cosa ens permet veure que els metalls coneguts des de l'antiguitat són els més preuats pels músics, mentre que altres elements pesants són completament ignorats.

Si en comptes de mirar cada element per separat ens interessem per la música associada a grups d'elements o a la taula periòdica en conjunt, podem començar pel principal autor del sistema periòdic: Dmitri Mendeléiev. L'única peça musical que li ha estat dedicada de la qual tinc notícia és una cançó que Michael Offutt gravà en el seu disc de 2002 *Chemistry songbag*, del qual és autor de la lletra i la música, cantant i intèrpret de guitarra, banjo, baix i teclats.

Pel que fa a la taula periòdica, el músic estatunidenc Andrew Stiller (n. 1946) va compondre el 1988 *A periodic table of the elements*, una obra que es pot trobar al disc *A descent into the Maelström*, interpretada per diversos instruments de vent acompanyats de percussió i cinc solistes de corda. Es basa en un algorisme que estableix una correspondència entre les propietats d'un element (abundància natural, densitat, reactivitat química, afinitats químiques, radioactivitat, valència, estat físic i caràcter metàl·lic) i la seva expressió musical (durada, densitat harmònica, intensitat, orquestració, percussió, nota, registre i clau, respectivament). Els elements apareixen en ordre decreixent de nombre atòmic, començant pel dubni (element 105) i acabant per l'hidrogen. Com sigui que la radioactivitat és més freqüent entre els elements pesants i l'abundància natural és major per als més lleugers, la música és més sincopada i rica en percussions al principi, per fer-se progressivament més melòdica. Tot plegat, la desfilada d'elements dura uns sis minuts. El compositor italià Stefano Giannotti inclou una «Conversa entre els 118 elements» dins la seva obra *Dialoghi*, una peça de ràdio per a veus, instruments i sons naturals i electrònics (2009). El diàleg entre els elements, que dura escassament un minut, va seguit d'«Els 118 elements es combinen: el naixement de la química», al bell mig d'aquesta obra, que consta de cinquanta moviments. El darrer moviment és «La mort de la química», que es produeix després que l'ordinador mascle i l'ordinador femella reaccionin.

Hi ha algunes cançons interessants que tenen com a tema el sistema periòdic. D'una banda, tenim *The Demi song*, de Pete Seeger, un dels pares de la cançó

folk nord-americana, que juga amb la marxa analítica dels cations. D'altra banda, Tom Lehrer va compondre als anys cinquanta una cançó titulada *The elements*, en què va desgranant l'un rere l'altre els noms dels elements coneguts aleshores amb un ritme trepidant. Finalment, si no la coneixeu, val la pena que escolteu la cançó *La química*, del

cantaor Diego Carrasco. Apostaria qualsevol cosa que la seva audició per part d'alumnes que fan les primeres passes en l'estudi de la química els farà tenir una actitud més receptiva envers l'assignatura. El grup They Might Be Giants, per la seva part, té una cançoneta pedagògica, *Meet the elements*, amb una lletra interessant però una música poc apta per fer reflexio-

nar un grup d'adolescents. Altres grups tenen cançons o discs els títols dels quals no es corresponen amb les lletres, com ara la cançó *Periodic table of the elements*, que apareix a l'àlbum *Are you listening?*, de Quickening, o el disc *Elements*, de Noxious Emotions, amb les cançons *Nobelium*, *Iodine*, *Oxygen*, *Uranium*, *Selenium*, *Molybdenum*, *Titanium* i *Nitrogen*.

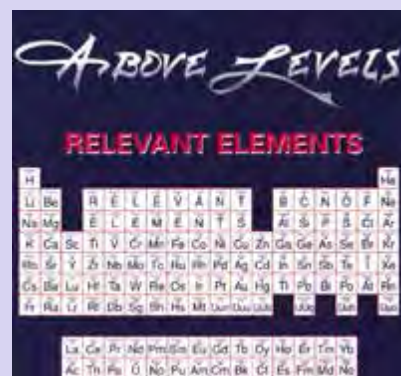


Figura 2. Portades d'alguns discs que tenen relació amb els elements o amb la taula periòdica: *Oxygène*, de Jean Michel Jarre; *Elements*, de Noxious Emotions, i *Relevant elements*, d'Above Levels.

## Literatura

En un article recent, s'ha fet esment d'algunes obres literàries que fan referència als elements químics i al sistema periòdic (Alvarez, Sales i Seco, 2008; Alvarez, Sales i Seco, 2010). Reproduiré aquí tan sols de forma breu alguns dels exemples més notoris i n'afegiré alguns més. Si fem una ullada a la presència dels elements químics a la literatura des de l'antiguitat fins als nostres dies, podem començar per la Bíblia. Aquesta obra té, a més del seu significat religiós, una vessant literària i una altra d'històrica. Tots tres aspectes conflueixen en les freqüents mencions als metalls (trobareu al final d'aquest article una adreça d'Internet amb més informació al respecte). Una citació que té una relació menys evident amb el sistema periòdic dels elements és la que trobem al *Llibre de la saviesa* (11:20), datat

pels volts de l'any 50 aC: «Vós heu decidit tota cosa amb mida, nombre i pes».

Berzelius, pels volts del 1849, havia citat aquest versicle de la Bíblia en la introducció a la secció de química analítica del seu tractat de química, i el mateix havia fet poc abans Friedlib Ferdinand Runge al llibre *Grundleheren der Chemie für Jedermann*. Un cop Mendeléiev va establir el sistema periòdic dels elements el 1869, Hermann Kolbe associà el versicle, amb lletres grans, a la taula periòdica mural que presidia la seva aula a la Universitat de Leipzig.

Al cant XI de la *Iliada*, Homer narra les gestes d'Agamèmnon i parla d'una armadura de bronze enlluernador tot descrivint en detall els metalls que llua l'Atrida en preparar-se per a la guerra. Vegem-ne un petit fragment: «A les espatlles es penjà

l'espada, en la qual brillaven claus d'or. La beina tot al voltant era de plata i estava agafada a un baldric d'or. Va agafar l'impetuós escut, ben treballat, que el cobria tot sencer, preciós, al voltant del qual hi havia deu cercles de bronze. Tenia vint prominències en forma de melic, fetes d'estany, blanques, i la del mig era d'esmalt blau fosc» (Homer, 1999).

Fem ara un salt en el temps fins a l'època del descobriment d'elements químics per mitjà de mètodes electroquímics. Edgar Allan Poe (1809-1849), en la narració breu *Von Kempelen and his discovery*, descrivia la troballa d'una substància desconeguda (tal vegada un nou element) mitjançant un experiment inspirat en un suposat diari de Humphry Davy (Poe, 1850). Per a un altre mestre de les narracions de misteri, Howard Phillips Lovecraft, un dels fets terrorífics

recurrents als seus relats és el descobriment d'elements que es resisteixen a l'anàlisi espectroscòpica i que no encaixen (quin espant!) a la taula periòdica (Lovecraft, 1933; Lovecraft, 2008).

Dins el gènere literari de les biografies i les autobiografies, alguns científics han produït obres de lectura recomanada, com ara Benjamin Franklin, Marie Sklodowska Curie o Santiago Ramón y Cajal. Íntimament relacionades amb la taula periòdica, les memòries de Primo Levi i d'Oliver Sacks mereixen ser incloses dins aquesta categoria d'obres exemplars. El primer, molt conegut per les obres en què descriu la vida als camps de concentració nazis en primera persona (*Si això és un home*, *Els enfonsats i els salvats*, *La treva*, *La clau estrella*), ens ha llegat un clàssic, *El sistema periòdic* (Levi, 1988), format per vint-i-un capítols, dedicat cadascun a un element químic: Ar, H, Zn, Fe, K, Ni, Pb, Hg, P, Au, Ce, Cr, S, Ti, As, N, Sn, U, Ag, V i C. Cada capítol ens narra un episodi de la seva vida, sovint relacionat amb el seu ofici de químic, o bé un conte. Així, al primer capítol associa els seus avantpassats als gasos nobles, perquè són «nobles, inerts i rars». El capítol que tanca el llibre és l'autobiografia d'un àtom de carboni, que és alhora un recorregut pel cicle del carboni i una mostra dels molts compostos d'aquest element que són cabdals per a la humanitat. A aquests capítols podríem afegir el conte titulat *Tàntal*, que aparegué al llibre *Lilith i altres contes* (Levi, 2002). La deslegitimació de les fronteres entre la química i la literatura permet a Levi referir-se a la taula periòdica de la manera següent: «El sistema periòdic de Mendeléiev era un poema més elevat i solemne que tots els poemes que ens feien empassar a classe; pensant-ho bé, fins rima

tenia» (Levi, 1988). Més tard afegiria que, tal com havia fet Mendeléiev: «Revisar o crear una simetria, col·locar cada cosa al seu lloc, és una aventura mental comuna al poeta i al científic» (Levi i Regge, 2005).

**Dins el gènere literari de les biografies i les autobiografies, alguns científics han produït obres de lectura recomanada, com ara Benjamin Franklin, Marie Sklodowska Curie o Santiago Ramón y Cajal. Íntimament relacionades amb la taula periòdica, les memòries de Primo Levi i d'Oliver Sacks mereixen ser incloses dins aquesta categoria d'obres exemplars**

Oliver Sacks, neuròleg de gran prestigi professional que és, a més, conegut pel gran públic, ha recollit les seves memòries d'infantesa i adolescència en un llibre de lectura imprescindible: *L'oncle tungstè* (Sacks, 2003). En ell, Sacks descriu de forma magistral les seves experiències precoces amb metalls, reaccions més o menys espectaculars, colors i espectres, aromes i pudors i, sobretot, la taula periòdica, amb la qual somiava. A la taula periòdica li dedica un capítol titulat «El jardí de Mendeléiev», ja que: «La taula periòdica era increïblement bella, la cosa més bella que jo havia vist mai».

Un altre capítol de les memòries de Sacks que hauria de ser de lectura obligatòria per als joves és el dedicat a les olors i les explosions. Aquí tot es connecta: les reaccions químiques (fins i tot les més violentes), els colors, les

gemmes, els accidents de laboratori, la història de la química, les olors de les fruites o dels hospitals i dels gasos de guerra. Tot en tan sols tretze pàgines brillants!

Hugh Aldersey-Williams ha recollit al llibre *Periodic tales* (d'impossible traducció, el títol de l'edició en castellà és *La taula periòdica. La curiosa història de los elementos*) una sèrie d'històries que tenen a veure amb els elements (Aldersey-Williams, 2013). Gràcies a ell vaig descobrir la descarnada novel·la de Kim Robinson *Les tres Califòrnies*, en què es pot trobar una resplendent descripció de les llums urbanes de tungstè, neó, sodi, mercuri, halògens o xenó, per exemple. En el seu interessant llibre, Aldersey-Williams estableix relacions entre el zinc i Brecht o Prévert; l'arsènic i Flaubert; el coure i Daniel Defoe; el crom i Nabokov o DeLillo; el tali i Agatha Christie; el mercuri i Jean Cocteau; l'oxigen i Coleridge; el sofre i Milton; el carboni i George Orwell o Zola; el neó i John Kennedy Toole; el platí i Steinbeck; l'or i Mark Twain, i Mendeléiev i Ivan Turguéiev. Xavier Duran, per la seva part, ha associat en una pàgina web dedicada a l'AIQ diversos elements químics amb un autor literari. Entre aquests escriptors, a més d'alguns ja esmentats en aquest article, podem trobar Enric Casassas i Simó, Stanislaw Lem, Kurt Voneguth i Nawal el-Saadawi.

Entre la sèrie de narracions *Les cosmicòmiques* (Calvino, 2011), la que porta per títol *Què t'hi jugues?* descriu la gènesi dels elements mitjançant dos personatges que s'entretenen apostant quin serà el pròxim element que apareixerà: «“Ara apareix un isòtop del bismut!”, m'apressava a dir, mirant com els elements acabats de néixer sortien escopetejats del gresol d'una estrella supernova. “Què t'hi jugues?”».

Però res: era un àtom de poloni tendre i ben sa». Hi ha una picada d'ullet de Calvino, en aquest text, ja que els nombres atòmics del bismut i el poloni difereixen en tan sols una unitat i, per tant, la juguesca es perd per tan sols un protó!

Un novel·lista i poeta que té punts en comú amb Calvino és el francès Raymond Queneau (Bollinger, 2007), que en el poema *Petita cosmogonia portàtil* (Queneau, 1969) mostra com el llenguatge de la ciència té categoria poètica. El tercer cant d'aquesta cosmogonia, el més directament relacionat amb la química, ens ofereix un passeig per la taula periòdica. Tot i que a primera vista ens faci la impressió de ser un recorregut a l'atzar, hi ha un pla metòdic en l'ordre amb què hi apareixen vint-i-un elements. En primer lloc, es refereix a alguns elements importants per a la humanitat: ferro, coure, sodi, clor i calci. Després, aplica un ordre descendent, dels núvols a la terra, és a dir, dels elements gasosos (N, He, Ar, Ne, Kr, Xe, Cl, H, F i O) als líquids (Br, Ga i Hg) i als sòlids, introduïts mitjançant algunes relacions entre si (Li, Be, B, C, Si, Al, Ca, Na, K, Mg, Ti, P, S, Sc, W, Y i V), per acabar amb alguns elements radioactius (Po, At, Fr i Rn).

També a les novel·les de Queneau són presents els elements químics. Per exemple, un dels protagonistes de *Les enfants du limon*, aficionat als experiments químics en l'adolescència, aspirava a descobrir un nou element que anomenaria *chambernici* (pel nom del protagonista, Chambernac) i que finalment canvià per *danoèmi*, apòcope dels noms seu i de la seva germana: Daniel i Noèmi (Queneau, 1938). El pes atòmic d'aquest element hauria de ser superior al de l'urani i segurament s'acostaria a 250. Dotze anys després, el 1950, es descobriria un nou element de

pes atòmic 251: el californi. Podríem afegir, doncs, aquest element de ficció a l'extraordinària llista de «falsos» elements (Mans, 2010; Román, 2012).

En la poesia de Pablo Neruda i en la d'Àngel Terron, per posar dos exemples, podem trobar una bona varietat d'elements químics (Alvarez, Sales i Seco, 2008; Alvarez, Sales i Seco, 2010). Una de les descripcions més inspirades de la taula periòdica (Jou, 1999) ens l'ha ofert David Jou en un poema en prosa que trobareu en aquest mateix número d'*Educació Química EduQ*. Nicanor Parra, d'altra banda, en el divertidíssim poema *Los profesores*, ens fa veure la ineficàcia de l'aprenentatge purament memorístic de la taula periòdica: «[...] òrgans exclusius dels peixos / sistema periòdic dels elements / [...] / les preguntes dels mestres / passaven gloriosament per les nostres orelles / com aigua per esquena d'ànec» (Parra, 1985).

Per cloure aquest tast literari, deixeu-me apuntar dos llibres en què es parla dels elements en vers, l'un en anglès i l'altre en italià, encara que només sigui com a curiositat. El primer dedica un quartet a cada element (Newton, 1965), mentre que el segon és un manual de química escrit en vers (Cavaliere, 1939) que parla de diverses propietats i reaccions de cada element o compost. El capítol dedicat a l'arsènic comença així: «Amb sofre es troba / en l'estibina / que existeix lliure / i cristal·lina».

### Arts plàstiques

Sota el títol «Elemental matters—Artists imagine chemistry», la Chemical Heritage Foundation va organitzar, amb motiu de l'AIQ (2011), una exposició en què set artistes presentaren diverses formes de percebre els elements i la taula periòdica. En aquesta exposició es podia, per exemple, escoltar el so que

diversos elements generen en traduir les radiacions de microones que emeten els seus nuclis en la banda sonora per a la instal·lació *An elemental garden*, de Susan Alexander (2009); desplegar quatre-cents llumets en una muntanya aprofitant l'energia produïda per la potassa d'una mina abandonada, tal com va fer Brigitte Hitschler a l'obra *Energy fields 1* (1999), o llegir els símbols dels elements en braille, tal com proposava David Clark a l'obra *Braille* (2000). Aquesta darrera peça forma part d'una interessant instal·lació anomenada *Chemical visions*, inspirada en la taula periòdica i que també s'ha exhibit com a *Clor, argó, potassi*, que són els elements simbolitzats pel cognom de l'autor, de qui podeu veure, a més, una sèrie d'obres sota el títol *Periodic table work*.

Una de les peces d'aquesta exposició, *The periodic table printmaking project* (2007), és una taula periòdica coordinada per Susan Alexander i composta per cent divuit gravats realitzats amb tècniques diverses (xilografia, linogravat, monotípia, aiguafort, litografia, serigrafia o tècniques mixtes) per noranta-dos artistes de set països diferents. A les pàgines web del projecte, que trobareu recollides al final d'aquest article, podeu veure tots i cadascun dels gravats, així com una explicació de l'artista sobre les propietats de l'element corresponent i el motiu pel qual va triar representar-lo de la manera que ho va fer, així com informació sobre la tècnica emprada. Aquesta taula periòdica esdevé un petit museu del gravat contemporani, alhora que un reflex sociològic de la visió que els nostres conciutadans tenen de les propietats dels elements.

El Royal Australian Chemical Institute va tenir una iniciativa molt semblant, si bé es va limitar als cent dotze elements que



Figura 3. Gravats representatius del samari a la taula periòdica del Royal Australian Chemical Institute (Linda Abblitt, esquerra) i a The periodic table printmaking project (Cathy Cullis, dreta).

apareixien a la taula periòdica oficial de la IUPAC l'any 2010. D'aquesta manera, els químics australians es van sumar també a les celebracions de l'AIQ. És molt interessant comparar els gravats del mateix element en aquestes dues taules periòdiques. Aquí ho faig sols amb un exemple: el samari (fig. 3). Linda Abblitt va tenir en compte que un dels usos

més importants d'aquest element és en forma d'imant, ja que el  $\text{SmCo}_5$  ho és (i molt potent), i també que el samari s'oxida fàcilment amb l'aire, així que en el seu gravat va combinar el color de l'òxid de ferro i les formes corbes d'uns imants. A Cathy Cully, artista anglesa resident a Cambridge, li va cridar l'atenció que el samari es trobi en els

elèctrodes de grafit que es fan servir en els projectors de cinema, de manera que va voler crear un gravat abstracte que recordés la llum tremolosa dels projectors, combinada amb un color verd fosc que proporcionés un fort contrast.

L'artista Eugènia Balcells es va inspirar en els espectres d'emissió dels elements per a l'obra multimèdia *Freqüències*, que es va presentar per primera vegada a l'Arts Santa Mònica de Barcelona el 2009. En aquesta obra, les línies espectrals dels diversos elements es transformen les unes en les altres en un joc visual captivador, reforçat per sons de diferents freqüències procedents de tubs d'alumini de llargàries diferents. Com a síntesi i full de ruta de l'obra, Balcells va organitzar en una taula periòdica tota la col·lecció de línies acolorides que participen en la seva dansa lumínica. Aquesta taula periòdica, fruit de la mirada d'una artista als principis últims de la matèria i de la vida, els elements i la llum a través de la qual ens parlen, es va acabar convertint en una obra mural anomenada



Figura 4. Mural Homenatge als elements, de l'artista Eugènia Balcells, instal·lat a la biblioteca de Física i Química de la Universitat de Barcelona. Fotografia de S. Alvarez.

*Homenatge als elements*, instal·lada a la biblioteca de Física i Química de la Universitat de Barcelona (fig. 4) i, en una versió més reduïda, al vestíbul del Centre d'Investigació i Desenvolupament del CSIC a Barcelona (foto de portada). També s'ha realitzat una edició d'aquest *Homenatge als elements* en format pòster que distribueix l'Institut d'Estudis Catalans. Com sigui que en aquesta obra conflueixen el sistema periòdic i els espectres d'emissió, que van tenir una importància cabdal per al descobriment d'uns quants elements, la seva contemplació i anàlisi ens permeten evocar fites rellevants de la història de la ciència. Des de l'altra banda del mirall, la inspiració que han proporcionat a escriptors i artistes les llums que s'hi representen ens ofereix un pont gens menyspreable d'anada i tornada entre la ciència i les arts (Alvarez, 2012b).

Us recomano que mireu el DVD *L'arròs es planta amb arròs*, que recull tot un ventall d'experiències que van tenir lloc en

diversos centres d'ensenyament arran de l'exposició de *Freqüències*, des d'escoles d'ensenyament bàsic fins a facultats de ciències, passant per instituts d'ensenyament superior i escoles de disseny i d'art. Ens proporciona, així, un excel·lent exemple de com aquesta taula periòdica dels espectres pot ser una font d'inspiració per a una àmplia varietat de projectes en els camps de les humanitats i les ciències.

Victoria Vesna és artista i professora al Departament de Disseny de la Universitat de Califòrnia a Los Angeles, on ha presentat diverses instal·lacions relacionades amb conceptes i activitats de la ciència. A les instal·lacions *Atomic manipulation* i *Feeling is seeing*, pretén transmetre la sensació de manipular àtoms amb les mans, tal com ho fa a escala atòmica el microscopi de força atòmica. Més encara, els visitants de *Feeling is seeing* poden experimentar mitjançant una interfície tàctil la resistència que oposen els àtoms i fins i tot llurs vibracions. En una reflexió sobre

què voldria dir «veure els àtoms», he posat recentment de manifest (Alvarez, 2010) que dos aspectes de la visió macroscòpica que ens mancarien en les tècniques de visualització microscòpica són la textura i el color. Aquestes instal·lacions de Vesna, a la cruïlla de l'art amb la ciència i la tecnologia, ens apropen a la possibilitat de veure i distingir de forma tangible els àtoms dels diferents elements que s'apleguen en la taula periòdica.

Blair Bradshaw, un artista de San Francisco, fa un interessant trajecte d'anada i tornada entre la taula periòdica i l'art. La seva obra s'ocupa de simplificacions gràfiques de sistemes complexos, com ara les xarxes de metro o la taula periòdica, ja que, segons ell: «No puc pensar en un altre sistema que descrigui de forma tan senzilla les parts d'un tot inimaginablement complex».

Bradshaw combina a les seves pintures una iconografia acolorida i aparentment simple, tot aprofitant unes retícules copiades de la taula periòdica i que pretenen

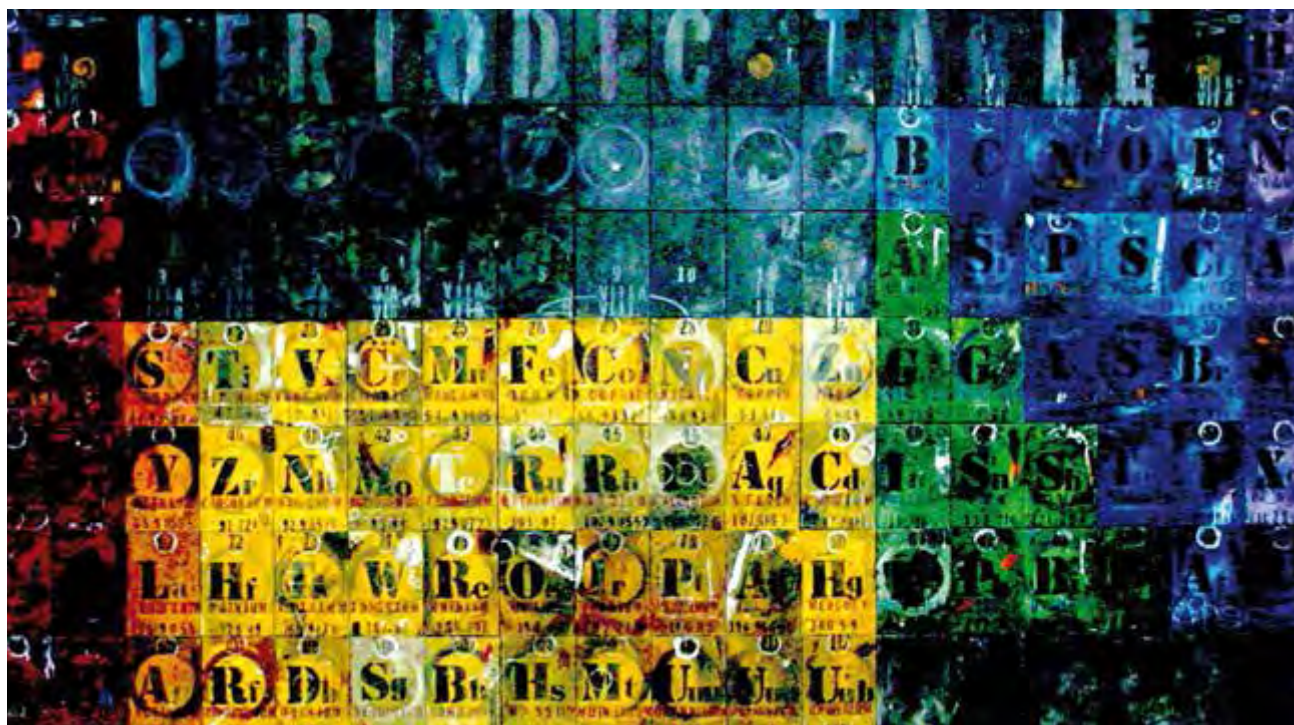


Figura 5. Periodic table (2002), de Blair Bradshaw, oli sobre tela.



domesticar la naturalesa d'altra banda caòtica dels traços de pinzell que conté cadascuna de les caselles. D'aquesta manera, converteix la taula periòdica i els mateixos elements químics en objecte del seu art, alhora que aquesta icona química inspira l'esquema organitzatiu i visual d'altres obres seves que no tenen res a veure amb la química. Un dels seus quadres que s'inspira directament en el sistema periòdic es mostra a la fig. 5. No és sorprenent la semblança amb la taula de la fig. 1?

De l'obra del gran artista Paul Klee s'han estudiat molt poc els aspectes que reflecteixen el seu interès per la ciència en general i per la química en particular. És sabut, per exemple, que en les seves llibretes de notes de física i de química havia fet nombrosos dibuixos de dones, verges i magdalenes penitents, que va arrencar i es va endur a Munic (Franciscono, 1991). D'altra banda, jo he cregut trobar alguna relació entre l'ús que feia aquest artista de les fletxes i el que en fem els químics, així com una clara influència de la representació gràfica de les observacions del moviment brownià fetes per Jean Perrin (que li van valdre el Premi Nobel de Física) sobre l'obra *Trio abstracte* (Alvarez, 2012a). I atès que parlem dels elements químics, podríem, a més, fixar-nos en el *Jardí per a Orfeu* (1926). Les anàlisis que s'han fet d'aquesta obra se centren sobretot en la innovació que representa el dibuix de paisatges mitjançant múltiples línies paral·leles. Jo, en canvi, hi veig sobretot la possible utilització de les imatges que podia haver retengut Klee en veure un cristall de bismut (fig. 6). Encara que no tinc cap dada que em permeti afirmar que el pintor es va inspirar en el bismut per desenvolupar aquesta tècnica de dibuix, almenys la semblança

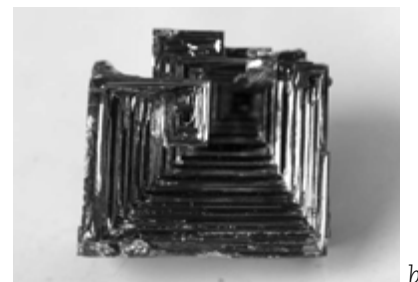
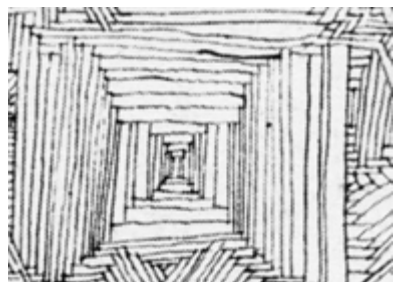


Figura 6. a) Fragment de Jardí per a Orfeu (1926), de Paul Klee, tinta i aquarel·la sobre paper. b) Cristall de bismut (fotografia de l'autor).

visual és prou clara com per permetre'ns establir un nexa entre l'obra artística i l'element 83 de la taula periòdica.

D'altres pintors podríem analitzar com empren diversos elements en els seus pigments acuradament triats. En qualsevol tractat clàssic de pintura, com ara el *Llibre de l'art* (Cennini, 1988), podem veure una àmplia varietat d'elements en la composició de pigments: or, plata, coure, ferro, carboni, sofre i arsènic, combinats en l'orpiment i en el realgar; plom, titani, estany, calci, bari, crom, cadmi, mercuri i seleni. En canvi, no hi ha gaires artistes que expliquin quins són els materials de la seva paleta. Podem anotar algunes excepcions, com ara Van Gogh (2008) i Barceló (2003), o les anotacions sobre els blancs que feia servir alternativament Edward Hopper (de plom, zinc o argent), meticulosament recollides per la seva dona en un quadern (Lyons i O'Doherty, 2012). A la recerca de criteris de conservació d'obres d'art dels segles xx i xxi, el Getty Conservation Institute ha implementat un programa d'estudi i de documentació dels materials dels artistes, que s'inicià amb Willem de Kooning (Lake, 2010) i que ha continuat, de moment, amb Jean Paul Riopelle i Lucio Fontana. No cal dir que, a banda d'alguns pigments «orgànics» de naturalesa no especificada, la majoria dels pigments que hi apareixen es corresponen amb la

varietat d'elements que acabo d'esmentar, en forma d'òxids o carbonats.

Amb una àmplia experiència com a cristal·lògraf, Edgar F. Meyer ha desenvolupat una metodologia pròpia per fer escultures moleculars en fusta amb una fresadora controlada per ordinador. Escapant de les habituals representacions bidimensionals, les seves molècules adquireixen volum amb la consistència de diverses fustes: el noguer, l'auró, el mesquite (*Prosopis velutium*), el pacaner (*Carya illionensis*) o el pal de ferro. La mateixa tècnica li ha permès de fer motlles per a la fosa de peces en bronze (Meyer, 2011). Amb el temps, les escultures de Meyer han evolucionat des d'una representació gairebé estricta d'estructures moleculars cap a una major abstracció, on encara queden vestigis d'un o uns pocs àtoms (fig. 7) i apareixen sovint formes còncaves complementàries. De l'escultor Julian Voss-Andreae m'atreu l'obra *Cor d'acer* (fig. 7), en què, enmig d'una estructura en acer que representa una molècula d'hemoglobina, destaca una esfera de vidre vermell: l'àtom de ferro tan important per a la funció vital d'aquesta proteïna (Voss-Andreae, 2005). Un bell joc de contraris en què el «cor d'acer» de l'hemoglobina està representat per vidre del color de la sang, mentre que els àtoms no metàl·lics ho són per acer rovellat per



Figura 7. A dalt: escultura d'Edgar F. Meyer en fusta de mesquite que mostra un àtom de cobalt envoltat de quatre àtoms de nitrogen en la vitamina  $B_{12}$  (publicada amb autorització). A baix: escultura Cor d'acer (2005), de Julian Voss-Andreae, en acer envellit i vidre; alçària: 1,60 m (fotografia de J. Voss-Andreae, amb llicència Creative Commons).

l'acció de l'oxigen, que en realitat és transportat per la proteïna sense oxidar-la.

## Còmics

Com qualsevol altra manifestació de la nostra cultura, els còmics reflecteixen les preocupacions i les influències a què estan sotmesos els seus autors, de manera que no ens ha d'estranyar que puguem trobar referències a pràcticament qualsevol element químic en els seus ninotets. Una excel·lent recopilació en forma de taula periòdica interactiva es pot trobar a la pàgina web de

Chemcomics, tot i que, naturalment, esbiaixada cap als còmics d'origen anglosaxó. En ella podem trobar, per exemple, l'Ànec Donald parlant de nitrogen i d'oxigen i inventant l'ànecmita (*duckmite*, en anglès), un nou explosiu de la seva invenció. També podem apreciar les habilitats de l'Oncle Garrepa per distingir a simple vista la presència de seleni, tori i liti en un munt de terra, o veure els esforços de Donald com a recol·lector d'algues marines per a l'obtenció de iode. O podem descobrir com Superboy es troba un centcames, cada peu del qual converteix el que toca en un element diferent, o com en Tintín se les ha de veure amb els diferents isòtops de l'urani i amb altres elements presents en un reactor nuclear: grafit, alumini i cadmi. En Tintín és, fins i tot, testimoni (fig. 8) de com el professor Càlix (Calys, en la versió original en francès; Tournesol, en una edició posterior; Decimus Phostle, en anglès) descobreix espectroscòpicament un nou metall: el calixteni (*calystène*, en francès; *phostlite*, en anglès) (Hergé, 1965). També podem trobar un còmic que descriu el descobriment del poloni i el radi per part de Marie Curie, i fins i tot Batman té encontres amb elements, com ara un maligne personatge que s'ha convertit en fòsfor vivent.

Un altre plantejament és que un únic autor descriu cada element de la taula periòdica com un personatge de còmic, de manera que creï amb el conjunt dels elements un univers amb un estil propi. Aquest és el cas de la dibuixant Kaycie Dunlap, original de Minnesota i graduada pel Milwaukee Institute of Art and Design. El seu projecte de final de grau, *Elements-Experiments in character design*, consistí en el disseny de figures representati-



Figura 8. El professor Hipòlit Càlix dansa per celebrar el descobriment d'un nou element, el calixteni, mitjançant el seu espectre d'emissió, a Les aventures de Tintín. L'estel misteriós.

ves de setanta-dos elements i es presentà l'abril de 2011. Pocs mesos més tard, va completar la taula periòdica amb quaranta elements més. Segons l'autora: «En una classe de química de batxillerat, miràvem un vídeo sobre la taula periòdica dels elements i, en comptes de prendre notes com un bon estudiant, jo vaig començar a dibuixar aquests personatges humans elementals». A la fig. 9 podeu veure la seva representació del samari, inspirada per la presència d'aquest element en les pastilles de les guitarres elèctriques.

Amb un enfocament semblant però amb resultats molt diferents, l'artista japonès Bunpei Yorifuji ha escrit un llibret divulgatiu (Yorifuji, 2012) en què explica breument les propietats i les aplicacions dels elements, alhora que representa cadascun d'ells amb un personatge de còmic. La personalitat d'aquests ninots, però, reflecteix les característiques de l'element corresponent seguint unes regles establertes per l'autor. Així, els elements coneguts des de l'antiguitat són homes amb llargues barbes, els elements pesants són grassos, els artificials són robots, els pentinats que llueixen són diferents per a cada grup periòdic, els elements amb aplicacions industrials

porten americana i corbata, mentre que els d'origen mineral surten en calçotets. Tota aquesta galeria de personatges es reuneix en una taula periòdica desplegable que, penjada en un passadís, dóna motiu d'animada conversa. Podeu veure l'aspecte que té el samari a la fig. 9.



Figura 9. Personalització del samari a Elements–Experiments in character design, de Kaycie Dunlap (a dalt), i a Wonderful life with the elements, de Bunpei Yorifuji (a baix).

## Cinema

Convé no perdre de vista el projecte *94 elements*, que té per objectiu realitzar un documental per a cada element natural, dels quals, en el moment d'escriure aquest article, són a l'abast del públic els corresponents a l'oxigen, el coure, el germani, el gadolini i l'osmi. Aquests documentals volen explicar la nostra vida a través del prisma dels elements, ahora que mostrar les històries que hi ha al darrere i fer al mateix temps palès que vivim en un món finit i que podríem exhaurir en poques dècades les reserves d'alguns elements, que són la matèria primera de tots els objectes del món.

No cal, però, conformar-se amb documentals, ja que al cinema de ficció podem trobar nombroses referències als elements. En un llibre molt ben documentat, titulat encertadament *ReAction! Chemistry in the movies* (Griep i Mikasen, 2009), es fa referència, per exemple, a quaranta-sis elements. Fins i tot el seaborgi surt en una producció de Walt Disney que va permetre la trobada de l'actor Robin Williams amb el premi Nobel Glenn Seaborg: el film *Flubber* (1997). Entre altres moltes dades interessants, podem fins i tot esbrinar en quina pel·lícula sortia Elvis Presley envoltat d'aparells de destil·lació plens de solucions acolorides i bombollejants! No, no em confonc amb *El professor guillat*, de Jerry Lewis; aquesta ja suposava que la coneixíeu.

Si he parlat abans d'Oliver Sacks i de la seva fascinació per la taula periòdica, no ens ha d'estranyar que a la pel·lícula *Despertar* (*Awakenings*), de Penny Marshall (1990), protagonitzada per Robert de Niro i Robin Williams, un dels protagonistes digui que un dels millors records que té del batxillerat és la taula periòdica. Recordeu

que aquest film està basat en el llibre del mateix títol escrit per Sacks.

## Conclusions

Amb el pas del temps, la taula periòdica dels elements ha esdevingut una icona cultural universal, de tal manera que el seu enreixat característic i el seu ús d'una o dues lletres simbòliques han estat adaptats per a molts altres usos. Així, la taula periòdica s'ha emprat com a metàfora d'organització i simbologia combinades, com a les taules periòdiques de les cerveses o de les confitures esmentades per Claudi Mans en aquest mateix número (Mans, 2013); a la de les metàfores, de Christoph Niemann; a la d'interferències polítiques en ciència, de la Union of Concerned Scientists; en una excel·lent taula periòdica de mètodes de visualització, o a la de les bandes de rock, en què els dos primers elements són H (per Jimi Hendrix) i Ze (per Led Zeppelin) i que ofereix enllaços a la Wikipedia i a vídeos de YouTube per a cada grup de rock. Totes aquestes taules les trobareu a les adreces d'Internet que apareixen al final d'aquest article.

Simon Patterson, a la litografia *Rhodes reason* (1995), ha encabint en el format visual de la taula periòdica una llista de personatges, de manera que el símbol

**Amb el pas del temps, la taula periòdica dels elements ha esdevingut una icona cultural universal, de tal manera que el seu enreixat característic i el seu ús d'una o dues lletres simbòliques han estat adaptats per a molts altres usos**

Figura 10. Fragment de l'índex del llibre Vitamin Ph. New perspectives in photography.

decada element químic evoca el nom d'un personatge famós recollit posteriorment en un llibre (Patterson, 2007): en vermell, els gasos representen personatges mitològics, com ara O per Orfeu; en blau, els líquids poden correspondre a un pintor, com ara Fr per fra Filippo Lippi; en negre, els sòlids estan dedicats a personatges del cinema, com ara Ca per Claudia Cardinale, As per Telly Savalas, Sn per Susan Sarandon o W per Billy Wilder, mentre que els elements artificials conserven cadascun el seu nom. Agafant encara una mica més de distància pel que fa als contorns de la taula i als símbols «atòmics» emprats, la portada i l'índex d'un llibre sobre fotografia contemporània (Demos, 2006) organitzen una col·lecció de noms de fotògrafs i fan una referència visual directa a la taula inventada per Mendelèiev el 1869 (fig. 10). Per no avorrir-vos amb una llista interminable, us recomano una visita al web de la taula periòdica de taules periòdiques.

Finalment, voldria recordar que la taula periòdica representa en molts llocs el paper d'àgora no tan sols en sentit metafòric, sinó també en sentit estricte, ja que presideix amb magnificència diversos llocs de trobada (per exemple, alguns museus de ciència). Una gran columna central de la gran sala de l'exposició permanent «Making modernity», del Museu de la Chemical Heritage Foundation, a Filadèlfia, mostra la taula periòdica de Theodore Gray de forma dinàmica, transformant els símbols químics en imatges espectaculars d'elements explotant, vaporitzant-se i congelant-se. El Museum of Science and Industry de Chicago, per la seva banda, té una exposició titulada «Science storm», i a la secció «Atoms» hi ha una projecció digital d'una taula periòdica. D'aquesta es pot triar un element i arrossegar-lo cap a la casella d'un altre per esbrinar quins compostos poden formar o per veure'ls reaccionar virtualment.

Però és en locals acadèmics relacionats amb l'ensenyament de la química on podem trobar-la més sovint. Vegeu, per exemple, la taula periòdica que decora el terra del pati que dona accés a la Facultat de Ciències de la Universitat de Lisboa, amb cada element representat en una rajola (fig. 11). Aquesta taula es va instal·lar l'any 2011 per commemorar simultàniament l'AIQ i el centenari de la fundació d'aquesta facultat. En l'article de Claudi Mans que apareix en aquest mateix número (Mans, 2013) es mostra la taula dissenyada per Antropoff que presideix l'aula García-Banús de l'edifici històric de la Universitat de Barcelona. En contrast, a l'aula magna Enric Casassas de la seva Facultat de Química hi ha una taula periòdica anomenada col·loquialment *taula magna*, instal·lada el 2007 segons disseny de S. Alvarez, J. Sales i M. Seco, que ha permès anar afegint en anys successius els nous elements batejats com *copernici*, *flerovi* i *livermori* (fig. 12). La portada d'aquest número ens mostra també l'*Homenatge als elements* d'Eugènia Balcells, del qual ja he parlat abans, en la instal·lació al vestíbul del Centre d'Investigació i Desenvolupament del CSIC a Barcelona. Aquests i altres exemples de taules periòdiques que presideixen les àgores de la química difereixen entre si pel que fa al material, la ubicació, l'extensió, la tipografia, la numeració dels grups, el nombre total d'elements presents i la informació addicional que aporten. Sense voler-ho, ens proporcionen una història gràfica del descobriment de nous elements artificials, de l'evolució de la nomenclatura química i fins i tot de les tendències estètiques dominants al llarg dels anys.

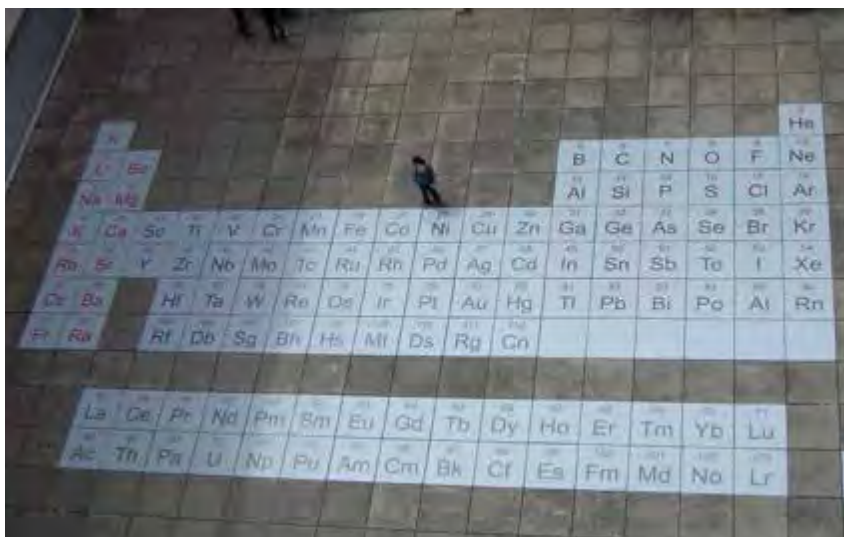


Figura 11. Tabela periódica dos elementos químicos (2011), instal·lada al pati d'accés a l'edifici C8 de la Facultat de Ciències de la Universitat de Lisboa, segons projecte de José A. Martinho Simões i Fernando J. V. Santos. Fotografia de M. J. Calhorda, reproduïda amb autorització de l'autora.

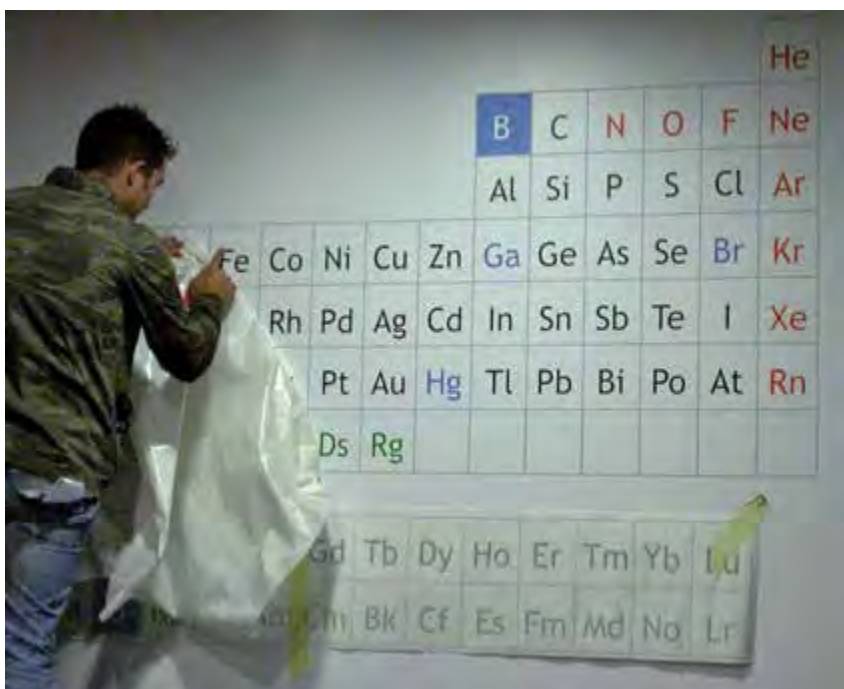


Figura 12. Taula magna de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona, dissenyada per S. Alvarez, J. Sales i M. Seco, en el moment de la seva instal·lació l'any 2007. Fotografia de S. Alvarez.

### Adreces d'Internet

#### Introducció

Carl Djerassi:

<http://www.djerassi.com>

Manuel Castro Prieto, fotògraf:

<http://www.castroprieto.com>

Museus d'elements:

Au: <http://www.banrepcultural.org/museo-del-oro>

Hg: [http://www.mayasa.es/esp/museo\\_mercurio.asp](http://www.mayasa.es/esp/museo_mercurio.asp)

Sn, Ag: <http://www.ville-ge.ch/mah>

C: <http://www.ncm.org.uk>;

<http://www.mmcercs.cat>

U: <http://grants.org/Mining-Museum/tabid/497/Default.aspx>

Zn: <http://www.zinkhuetterhof.de>

Fe: <http://bit.ly/15K70Fp>

Cu: <http://www.museudelcoure.com>

El Museum of Science and Industry de Chicago té una exposició titulada «Science storm», i a la secció «Atoms» hi ha una projecció digital d'una taula periòdica

Roald Hoffmann:

<http://www.roaldhoffmann.com>

Taula periòdica al sostre d'una escola: <http://cen.acs.org/articles/90/i18/Periodic-Table-Ceiling-Elemental-Pups.html>

### Música

Andrew Stiller:

<http://www.kallistimusic.com/Stiller.html>

Cobertes de centenars de discs que tenen alguna relació amb la química: [http://rateyourmusic.com/list/gavin\\_harrison](http://rateyourmusic.com/list/gavin_harrison)

Conferència sobre música i química (S. Alvarez, Universitat de Vigo, 2011): <http://tv.uvigo.es/es/video/44731.html>

Flanders & Swann:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Flanders\\_and\\_Swann](http://en.wikipedia.org/wiki/Flanders_and_Swann)

Julian Wagstaff:

<http://www.julianwagstaff.com>

Stefano Giannotti, «Dialoghi»:

<http://www.stefanogiannotti.com/dialoghi.html>; <http://www.youtube.com/watch?v=ZyXB7sjji64>

### Literatura

Citacions sobre metalls a la Bíblia: <http://www.bible-topics.com/Metals.html>

Edgar Allan Poe:

<http://www.eapoe.org>

Howard Phillips Lovecraft:

<http://www.hplovecraft.com>

Hugh Aldersey-Williams i les seves històries periòdiques:

<http://www.hughalderseywilliams.com>

Oliver Sacks:

<http://www.oliversacks.com>

Primo Levi:

[http://ca.wikipedia.org/wiki/Primo\\_Levi](http://ca.wikipedia.org/wiki/Primo_Levi)

Raymond Queneau:  
<http://www.ouliipo.net/oulipiens/RQ>  
 Xavier Duran, elements i literatura: <http://barcelonacultura.bcn.cat/numero-9>

### Arts plàstiques

David Clark, *Chemical visions i Periodic table work*:

<http://www.chemicalpictures.net>

Edgar F. Meyer, *escultures moleculars*: <http://molecular-sculpture.com>

«Elemental matters—Artists imagine chemistry»:

<http://www.chemheritage.org/visit/museum/exhibits/elemental-matters>

Eugènia Balcells:

<http://www.eugeniabalcells.com>

Homenatge als elements, d'Eugènia Balcells: <http://araahorano.blogspot.com.es/2012/12/homage-to-elements.html>

Julian Voss-Andreae, *escultor de proteïnes*: <http://www.julian-vossandreae.com>

*The periodic table printmaking project*:  
<http://www.periodictableprints.com>;  
<http://www.azuregrackle.com/periodictable/table/>;  
<http://www.flickr.com/groups/periodictable>

The Royal Australian Institute, *taula periòdica de gravats*:  
<http://www.raci.org.au/periodic-table-on-show>

Victoria Vesna: <http://nano.arts.ucla.edu/index2.php>; <http://victoria-vesna.com>

### Còmics

Bunpei Yorifuji:  
<http://www.bunpei.com/?lang=en>

Chemcomics, *la taula periòdica dels còmics*:

<http://www.uky.edu/Projects/Chemcomics/index.html>

Kaycie Dunlap: <http://kcd-elements.tumblr.com>

### Cinema

94 elements:  
<http://www.94elements.com>

### Conclusions

Taula periòdica d'interferènci-

es polítiques en ciència, de la Union of Concerned Scientists:  
<http://bit.ly/9oEG>

Taula periòdica de les bandes de rock: <http://roadsidejesus.com/periodic/ptableHOLA.htm>

Taula periòdica de les metàfores, de Christoph Niemann:

<http://bit.ly/HRzKvY>;

<http://www.christophniemann.com>

Taula periòdica de mètodes de visualització: [http://www.visual-literacy.org/periodic\\_table/periodic\\_table.html](http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html)

Taula periòdica de taules periòdiques:

<http://www.keaggy.com/periodictable/>

Taules periòdiques interactives en museus: <http://www.chemheritage.org>;

<http://www.msichicago.org>

### Discografia

CARRASCO, D. (2000). «La química». *Inquilino del mundo. Nuevos Medios*.

FLANDERS & SWANN (1994). «First and second law». *The best of...* EMI.

LEHRER, T. (1997). «The elements». *Songs & more songs by Tom Lehrer*. Rhino.

OFFUTT, M. (2002). «Mendeleev». *Chemistry songbag. Musical Brainstorms*.

SEEGER, P. (1958). «The Demi song». *Gazette. Volume one*. Folkways.

STILLER, A. (1995). «A periodic table of the elements». *Orchestra 2001*. MMC.

THEY MIGHT BE GIANTS (2009). «Meet the elements». *Here comes science*. Disney Sound.

### DVD

BALCELLS, E. (2011). *L'arròs es planta amb arròs*. Producció d'Eugènia Balcells amb la col·laboració de CIRCULAR, Associació per a la Difusió de les Arts. [En català, castellà i anglès]

### Bibliografia

ALDERSEY-WILLIAMS, H. (2013). *La tabla periódica: La curiosa*

*historia de los elementos*.

Trad. de Joandomènec Ros.

Barcelona: Ariel. [Versió original: *Periodic tales: The curious lives of the elements*. Londres: Viking, 2011]

ALVAREZ, S. (2007). «La música de los elementos». *Anales de Química*, 103: 54-63.

— (2008a). «Té música la química?». *Revista del Col·legi Oficial i Associació de Químics de les Illes Balears*, 27: 6-7.

— (2008b). «Music of the elements». *New Journal of Chemistry*, 32: 571-580.

— (2010). «Visionarios, videntes, visualizadores y veedores de moléculas». *Anales de Química*, 106: 37-42.

— (2012a). «Chemistry: A panoply of arrows». *Angewandte Chemie International Edition*, 51: 590-600.

— (2012b). «An artist's homage to the elements». *Chemistry International*, 34: 5.

ALVAREZ, S.; SALES, J.; SECO, M. (2008). «On books and chemical elements». *Foundations of Chemistry*, 10: 79-100.

— (2010). «El bagul dels llibres: 6. Els elements i el sistema periòdic». *Revista de la Societat Catalana de Química*, 9: 51-65.

ANDRÉ, J. P. (2013). «Opera and poison: A secret and enjoyable approach to teaching and learning chemistry». *Journal of Chemical Education*, 90: 352-357.

BARCELÓ, M. (2003). *Carnet d'Afrique*. París: Gallimard.

BOLLINGER, J.-C. (2007). «Quand Raymond Queneau rencontre Primo Levi». *L'Actualité Chimique*, 311: 53-57.

CALVINO, I. (2011). *Totes les cosmicòmiques*. Trad. de Francesc Miravittles. Barcelona: Edicions 62. [Versió original: *Le cosmicomiche*. Torí: Einaudi, 1965]

CASTRO PRIETO, J. M. (2009). *Etiopía*. Barcelona: Lunwerg, p. 89.

- CAVALIERE, A. (1939). *Chimica in versi: Rime distillate*. Roma: Angelo Signorelli.
- CENNINI, C. (1988). *El libro del arte*. Trad. de Fernando Olmeda Latorre. Torrejón de Ardoz: Akal. [Versió original: *Il libro dell'arte*, 1390]
- CRUM-BROWN, A. (1864). «On the theory of isomeric compounds». *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 23: 707-719.
- (1865). «On the theory of isomeric compounds». *Journal of the Chemical Society*, 3: 230-245.
- DEMOS, T. J. (ed.) (2006). *Vitamin Ph: New perspectives in photography*. Londres: Phaidon.
- DJERASSI, C.; HOFFMANN, R. (2011). *Oxigen*. Trad. de Arantxa Gorostiza i Mercè Piquera. València: Universitat de València. [Versió original: *Oxygen*. Weinheim: Wiley-VCH, 2001]
- FRANCISCONO, M. (1991). *Paul Klee: His work and thought*. Chicago: The University of Chicago Press.
- GRIEP, M.; MIKASEN, M. (2009). *ReAction! Chemistry in the movies*. Oxford: Oxford University Press.
- HERGÉ (1965). *L'estel misteriós*. Trad. de Joaquim Ventalló. Barcelona: Joventut, p. 11. [Versió original: *L'Étoile mystérieuse*. Tournai: Casterman, 1942]
- HOMER (1999). *La Ilíada*. Trad. de Joan Alberich i Mariné. Barcelona: La Magrana. [Versió original: *Ilias*, s. VIII aC]
- JOU, D. (1999). *Joc d'ombres*. 2a ed. Barcelona: Columna.
- LAKE, S. F. (2010). *Willem de Kooning: The artist's materials*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- LEVI, P. (1988). *El sistema periòdic*. Trad. de Xavier Rius. Barcelona: Edicions 62. [Versió original: *Il sistema periodico*. Torí: Einaudi, 1975]
- (2002). *Lilit y otros relatos*. Trad. de Bernardo Moreno. Barcelona: El Aleph. [Versió original: *Lilith e altri racconti*. Torí: Einaudi, 1981]
- (2011). *El oficio ajeno*. Trad. d'Antoni Vilalta. Barcelona: El Aleph. [Versió original: *L'altrui mestiere*. Torí: Einaudi, 1985]
- LEVI, P.; REGGE, T. (2005). *Dialogo*. Torí: Einaudi. [Versió original: 1984]
- LOVECRAFT, H. P. (2008). *The dreams in the witch house*. A: LOVECRAFT, H. P. *An H. P. Lovecraft anthology*. Londres: Forgotten Books. [Versió original: 1933]
- LYONS, D.; O'DOHERTY, B. (2012). *Edward Hopper: Pinturas y dibujos de los cuadernos personales*. Madrid: Museo Thyssen-Bornemisza.
- MANS, C. (2010). «Els falsos elements». *Revista de la Societat Catalana de Química*, 9: 66-81.
- (2013). «Taules periòdiques menys convencionals». *Educatió Química EduQ*, 15: 34-42.
- MEYER, E. F. (2011). «Digital design of molecular sculptures and abstractions». *Leonardo*, 44: 22-28.
- NEWTON, V. (1965). *Adam's atoms: Making light of the elements*. Nova York: Viking Press.
- PARRA, N. (1985). *Hojas de Parra*. Santiago de Xile: Ganymedes.
- PATTERSON, S. (2007). *Rex reason (solid gaseous liquid synthetic)*. Londres: Book Works.
- POE, E. A. (1850). *Von Kempelen and his discovery*. A: POE, E. A. *Tales of Edgar Allan Poe*. Vol. 1. Nova York: J. S. Redfield.
- QUENEAU, R. (1938). *Les enfants du limon*. París: Gallimard.
- (1969). *Petite cosmogonie portative*. París: Gallimard. [Versió original: 1950]
- ROMÁN, P. (2012). «Los elementos perdidos de la tabla periódica: Sus nombres y otras curiosidades». *Anales de Química*, 108: 57-64.
- SACKS, O. (2003). *El tío tungsteno: Recuerdos de un químico precoz*. Trad. de Damián Alou. 2a ed. Barcelona: Anagrama. [Versió original: *Uncle Tungsten*. Nova York: A. Knopf, 2001]
- SNOW, C. P. (1977). *Las dos culturas y un nuevo enfoque*. Trad. de Salustiano Masó. Madrid: Alianza. [Versió original: *The two cultures: A second look*. Cambridge: Cambridge University Press, 1964]
- VAN GOGH, V. (2008). *Cartas a Théo*. Trad. de Francisco de Oraá. Madrid: Alianza. [Versió original: *Vincent van Gogh: Brieven aan zijn broeder*. Amsterdam: J. van Gogh-Bonger, 1964]
- VOSS-ANDREAE, J. (2005). «Protein sculptures: Life's building blocks inspire art». *Leonardo*, 38: 41-45.
- WANG, L. (2012). «Periodic table ceiling: Elemental pups». *Chemical and Engineering News*, 90: 48.
- YORIFUJI, B. (2012). *Wonderful life with the elements: The periodic table personified*. San Francisco: No Starch Press. [Versió original: en japonès, 2009]



#### Santiago Alvarez Reverter

Va néixer a Panamà i estudià química a Barcelona. És catedràtic de química inorgànica a la Universitat de Barcelona i la seva recerca s'orienta a l'estudi de l'estructura electrònica, l'enllaç, la forma molecular i la simetria, en particular, dels compostos de metalls de transició. És fellow de la Royal Society of Chemistry, membre corresponent de la Real Academia Española de Ciencias i membre de l'European Academy of Sciences.

A/e: [santiago@qi.ub.es](mailto:santiago@qi.ub.es).