

LA NOSTRA PORTADA

Leonardo da Vinci, la pilota de futbol i el C₆₀

RAMON BALIUS I JULI



Leonardo da Vinci

La **nostra portada** l'ocupa el dibuix d'un poliedre –figura geomètrica amb un nombre variable de cares, formades per polígons regulars– obra de **Leonardo da Vinci**.

Leonardo da Vinci (1450-1519) és un dels personatges més importants de la civilització occidental. És la veritable encarnació del Renaixement. Per a Sigmund Freud, era com “un home que hagués despertat massa aviat en l'obscuritat, mentre els altres encara dormien”. La seva activitat fou proteïforme –artista, arquitecte, músic, savi, geòleg, metge, dissenyador, enginyer i inventor– i aconseguí en totes les seves facetes quelcom difícil: la fusió de la ciència i l'art.

Els manuscrits de Leonardo ens el mostren com a un home d'una curiositat sense límits, capaç d'explicar tant les tècniques pictòriques com les de la hidràulica, les de l'anatomia comparada, de l'es-cultura o de la mecànica. Molts dels seus

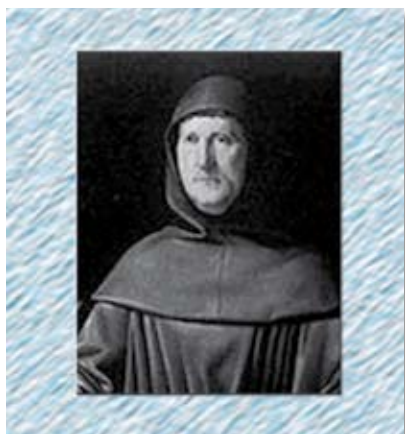
invents van necessitar més de dos segles per ésser compresos. Si hagués existit en el seu temps una activitat esportiva ben definida i arrelada, estem segurs que s'hi hauria interessat i que el concepte Esport figuraria en alguns dels títols de les seves publicacions. Aquesta certesa em va portar, fa anys, a comentar les analogies existents entre alguns dels seus invents i determinats estris i màquines esportives.

Un personatge clau va ser el franciscà **Luca Pacioli** (1445-1514), apassionat per les matemàtiques, el qual, l'any 1494, va publicar el llibre *Summa Arithmetica, Geometrica, Proportioni et Proportionalita*. Era la veritable recopilació dels coneixements que aleshores es posseïen sobre aquestes matèries; un llibre que va entusiasmar Leonardo da Vinci. Ambdós es van conèixer a la cort del duc de Florència i Pacioli va aconseguir que Leonardo il·lustrés la seva obra *De Divine Proportioni* (1498) amb una seixantena de diagrames de poliedres, alguns dels quals es representaren gràficament per primera vegada.

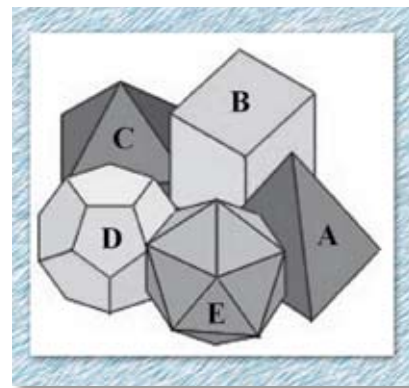
Els *poliedres regulars* o *cosos platònics*, són els més senzills i estan formats per un nombre diferent d'un únic polígon regular. Aquest grup era ja conegut pel matemàtic grec **Euclides** (330 aC) i se li atorgava un cert misticisme: Eren: el *tetràedre*, format per quatre triangles equilàters, que representava el Foc; el *cube*, format per sis quadrats, associat a la Terra; l'*octàedre*, format per vuit triangles equilàters, el qual –per les seves possibilitats rotatòries sobre un vèrtex– s'equiparava al Moviment; el *dodecàedre*, format per dotze pentàgons, corresponia a l'Univers, perquè les seves dotze



De Divine Proportione.



Luca Pacioli.



Poliedres Regulars. a) tetràedre; b) cube; c) octàedre; d) dodecàedre; e) icosaèdre.

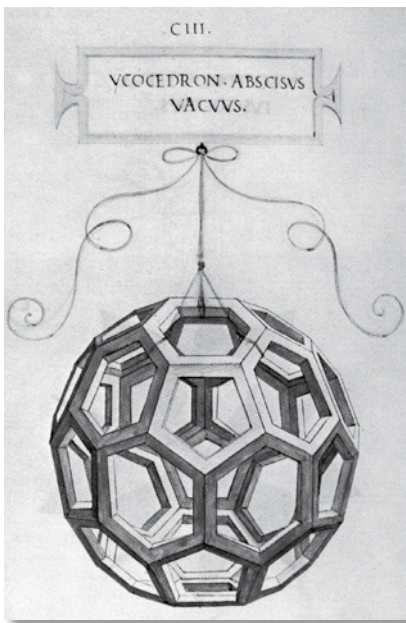


Pilotes de futbol.

cares podien albergar els signes del Zodíac; i l'icosàedre, format per vint triangles equilàters, que representava l'Aigua. D'aquests, l'icosàedre és el que s'aproxima a la forma esfèrica. Ara bé, també podien construir-se poliedres amb més d'un sol tipus de polígons regulars, dels quals en poden existir un nombre infinit i són coneguts com a *sòlids arquimedians*. Un d'aquests, l'**icosàedre truncat**, és el que es troba representat a la Nostra Portada, i és el resultat de tallar els vèrtexs d'un icosàedre regular. La figura resultant, integrada per dotze pentàgons i vint hexàgons –en total trenta dues cares– s'aproxima molt a la forma esfèrica. Aquesta és la forma de les **pilotes de futbol** que actualment s'utilitzen. Encara que estan fabricades amb superfícies planes, en inflar-les adopten una forma quasi perfecta-

ment esfèrica. Un icosàedre truncat omple el 86,74% de l'esfera d'un diàmetre equivalent, i en inflar-lo, la superfície es corba i s'omple fins a un 95%. Evidentment, altres figures geomètriques, utilitzant cares irregulars, com ara rombes, s'acostarien més a l'esfera, encara que la seva complexitat tindria un cost prohibitiu a l'hora de fabricar-lo, a causa de la gran quantitat de costures. Leonardo da Vinci, sens dubte, va conèixer els partits de *calcio* que es jugaven a la Piazza de la Signoria de Florència amb l'anomenat "*pallotone a vento*", que segurament tenia ben poc d'esfèric. Si algú li hagués proposat de buscar una solució per a aquesta desitjada esfericitat, els seus coneixements geomètrics probablement l'haurien impulsat a proposar una forma polièdrica: l'**icosàedre truncat**. **Aixo li hauria suposat econòmicament, avui dia, gaudir d'una valuosa patent.**

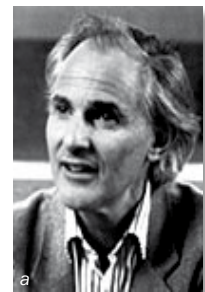
El que Leonardo no hauria imaginat mai, és que el seu **icosàedre truncat** estigués relacionat amb una forma alotròpica d'un element químic. La química és una de les ciències més desenvolupades i, dins d'aquesta, el *carboni* és l'element més estudiat. Es troba en tots els éssers vius i és relativament abundant en el nostre planeta. Fins al 1985 se'n coneixien únicament dues formes alotròpiques: el **diamant** i el **grafit**. El diamant pur és la substància més dura coneguda; d'estructura cristal·lina, incolora i transparent, format solament per àtoms de carboni tetraèdrics interconnectats. El grafit, és una substància llustrosa, negra, que fàcilment es desfà o pateix descamació, de sensació relliscosa, que es compon d'àtoms de carboni trigonomètrics units com un model de bresca. Com tots els elements que conformen la matè-



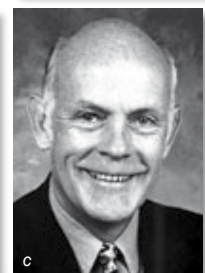
Icosàedre Truncat (Leonardo da Vinci).

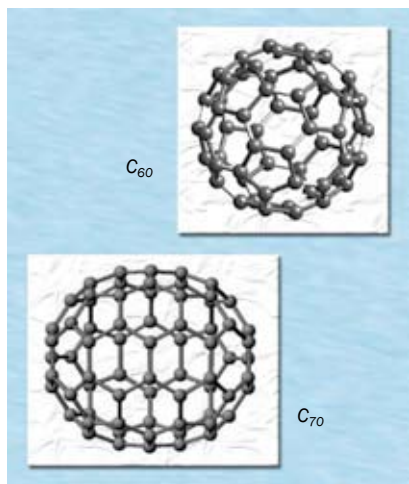
ria de l'univers, va originar-se a les estrelles, mitjançant reaccions de fusió nuclear.

Seguint un amè article de la química mexicana María Rosa Català narrarem que, fa més de quinze anys, **Harold Kroto** (1939), un prestigiós investigador de la Universitat de Sussex, a Anglaterra, treballava en el camp de l'espectroscòpia com a eina per a l'anàlisi física i química d'algunes substàncies. Ajudava un grup d'astrònoms a determinar la composició dels compostos de carboni que s'havien detectat en estrelles de regions llunyanes de l'univers. Kroto, químic de formació, pensava que podia preparar compostos de carboni, similars als existents a l'interior de les estrelles dites *gegants roges*. Preparar aquestes substàncies no era una tasca fàcil, perquè no es podia aconseguir pels mètodes tradicionals de laboratori. El 1989, Kroto va visitar la Universitat de Rice, a Texas, on **Robert Curl** (1933) i **Richard Smalley** (1943) havien construït un dispositiu que permetia produir "cúmul nuclear" (agregats d'àtoms que formen grans molècules). Kroto pretenia preparar cúmul nuclear de carboni i necessitava l'aparell dels nord-americans. Smalley considerava que la idea era "força atípica", car ja hem comentat que el carboni es coneixia millor que qualsevol altre element. Fou el 1985 quan Kroto va poder treballar amb el cobejat aparell i gràcies a



a) Harold Kroto.
b) Robert Curl.
c) Richard Smalley.





ell, en pocs dies es va produir un dels més emocionants esdeveniments de la química moderna: aconseguir cúmuls de carboni, els quals, en l'espectrògraf de massa varen provocar dues senyals: una de gran, corresponent a un compost de 60 carbonis, de fórmula C_{60} , i una altra de més petita, de 70 carbonis, de fórmula C_{70} .

Kroto va intuir que l'estructura d'ambdós compostos havia de ser tancada, i va proposar per al C_{60} una forma geodèsica, similar a la que el famós arquitecte **Buckminster Fuller** (1895-1983) havia aplicat a la cúpula presentada a l'Expo de Montreal de 1967. En honor a aquest, va donar a la nova família de derivats del carboni el nom de *fullerens* i al C_{60} , concretament, *Buckminsterfulleren*.

En el segle XVIII, el matemàtic **Euler** (1707-1783) havia establert la regla que les estructures geomètriques tancades havien de contenir exactament dotze pentàgons i tants hexàgons com calgués per a obtenir el format de la figura desitjada. Smalley va elaborar el model en paper i va resultar quasi esfèric. Algú va suggerir que era similar a una pilota de futbol i fins i tot es va

parlar de *futbolen*, encara que Kroto, Smalley i Curl mai no havien jugat, ni eren aficionats a aquest esport. L'estructura del C_{60} coincidia, lògicament, amb l'**icosàedre truncat**, i encara que bibliogràficament es parla molt del futbol, ningú no esmenta Leonardo da Vinci.

La quantitat de C_{60} produïda fins aleshores era petita i no permetia la majoria d'experiments. Van solucionar el problema **Donald Huffman**, de la Universitat d'Arizona i **Wolfgang Kraetschmer**, de la Universitat d'Heidelberg d'Alemanya, que varen descobrir, el 1990, un mètode simple per fabricar quantitats apreciables del *fulleren* C_{60} . A través d'una tècnica en la qual intervenia l'heli a baixa pressió i alta temperatura, es produïa un sutge que contenia una barreja de *fullerens* que va anomenar-se *fullerita*. En aquesta mescla es va trobar una estructura en forma de gàbia: el C_{70} , que, seguint amb els similis esportius, es va comparar amb una pilota de futbol americà. Ben aviat la producció de C_{60} es va fer comercial, encara que els primers anys un gram es cotitzava a 1.250 dòlars –dotze vegades més car que un gram d'or. La investigació continua i s'han aconseguit formacions tubulars de carboni, anomenades *nanotubs*, que escapen a la finalitat d'aquest article.

El *fullerens* semblen tenir una particular relació amb el fenomen de la superconductibilitat; s'han provat com a substrat ideal per fer pel·lícules extremadament fines de diamant, que s'utilitzen per a la protecció i el lliscament d'eines, fulles d'afaitar, instruments quirúrgics i molts d'altres productes. També s'ha vist que el C_{60} és capaç d'inhibir un enzim crucial en la reproducció del virus de la immunodeficiència humana, causant de la Sida.

El 10 de desembre de 1996, Kroto, Smalley i Curl, van rebre el Premi Nobel de



Cúpula geodèsica (Montreal, 1967).



La pilota de futbol i el C_{60} units per l'icosàedre truncat de Leonardo.

Química per aquests extraordinaris descobriments. Amb motiu del lliurament del Premi, Harold Kroto va dictar una conferència sobre els *fullerens* titulada "L'esfera que va caure del cel".

Ves per on, Leonardo da Vinci, que tant va inventar durant tota la seva vida, al cap de cinc segles tindria dret a guanyar el Premi Nobel, a "títol pòstum", pel seu icosàedre truncat.