

# L'estructura bàsica de la vida

Nil Salvat Rovira

Aquest reportatge forma part dels continguts publicats també a Ciència Oberta.

**Ciència Oberta** és un projecte de divulgació científica en català iniciat per 5 estudiants de la Facultat de Biologia de la UB, en el qual actualment hi participen més de 15 persones. Al web, [cienciaoberta.cat](http://cienciaoberta.cat), hi podràs trobar un **reportatge** nou setmanalment, a més d'altres seccions com els **contes científics** o les **experiències**. També pots seguir el projecte a les xarxes socials, tant a [Twitter](https://twitter.com/cienciaoberta) com a [Instagram](https://www.instagram.com/cienciaoberta) (@cienciaoberta), on també es crea contingut divers i atractiu a diari!



CIÈNCIA OBERTA

DIVULGACIÓ EN CATALÀ

[cienciaoberta.cat](http://cienciaoberta.cat)

Dins la nostra persistent recerca de [vida extraterrestre](#), vam topiar amb moltes condicions o ingredients que havia de tenir el nostre planeta per tal de poder tenir vida tal com la concebem. Així i tot, la química ens obre les portes a imaginar noves possibilitats i noves estructures de la vida fins ara sense descobrir. Investiguem-les, doncs!

## Una sopa de bioelements

Probablement, en algun moment de la teva vida, hagis topar amb la típica lliçó de la **taula periòdica**: la repetició quasi hipnòtica per recordar els diferents elements, o les estratègies mnemotècniques per saber-ne l'ordre. Tanmateix, la taula periòdica té una importància relativa si ens fixem en aquells elements implicats en la vida.

I és que un petit percentatge d'elements concentra més del 95% en pes de la matèria viva. Concretament, es tracta de quatre elements: el **carboni (C)**, l'**oxigen (O)**, el **nitrogen (N)** i l'**hidrogen (H)**.

	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓	1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo	
				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

**Figura 1.** Taula periòdica, on es poden veure l'hidrogen (1), el carboni (6), el nitrogen (7) i l'oxigen (8) ressaltats.

### L'esquelet de carboni

Com ho podem explicar, doncs, que uns quants elements els trobem de manera tan abundant i d'altres només en tinguem traces? Essencialment, ho devem a la seva **importància**: el carboni, l'hidrogen, l'oxigen i el nitrogen formen l'estructura del que anomenem les **biomolècules orgàniques**. Aquestes són els blocs amb els quals construïm tota la matèria viva: **glúcids**, **lípid**s, **proteïnes** i **àcids nucleics**.

Si ens fixem més en l'estructura d'aquestes biomolècules, veurem que la gran majoria parteixen d'un **esquelet de carboni**. En aquest sentit, la **química orgànica** és la disciplina de la química que estudia, entre altres coses, l'estructura dels compostos basats en el carboni. Dins d'aquest grup hi podem trobar molècules molt diferents:

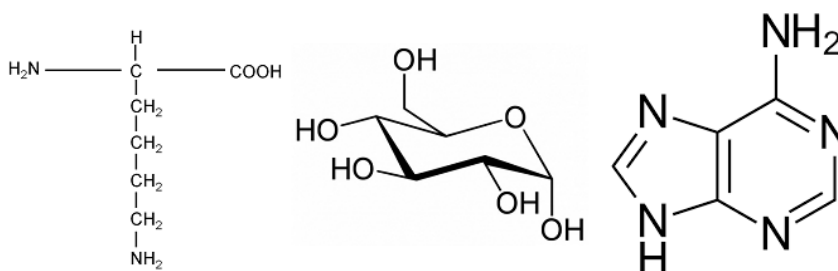


Figura 2. Diferents exemples de biomolècules: L-lisina, glucosa i adenina (d'esquerra a dreta)

I com és que és tan important, el carboni? Que té, que el fa tan especial? Sense entrar en massa detall, direm que la seva estructura electrònica -la distribució dels seus **electrons**- fa que sigui un dels pocs àtoms que pot realitzar fins a **quatre enllaços simultanis** amb altres àtoms! Aquesta capacitat fa del carboni un element ben especial dins la taula periòdica.

A més, no només es tracta de fer fins a quatre enllaços. El carboni és un element molt versàtil a l'hora de **situar en l'espai** els àtoms amb què s'enllaça. No tindrà les mateixes propietats fisicoquímiques una molècula plana que una molècula amb una geometria espacial concreta. Segons el nombre d'enllaços que faci un àtom de carboni, la geometria que tindrà aquella part de la molècula serà diferent.

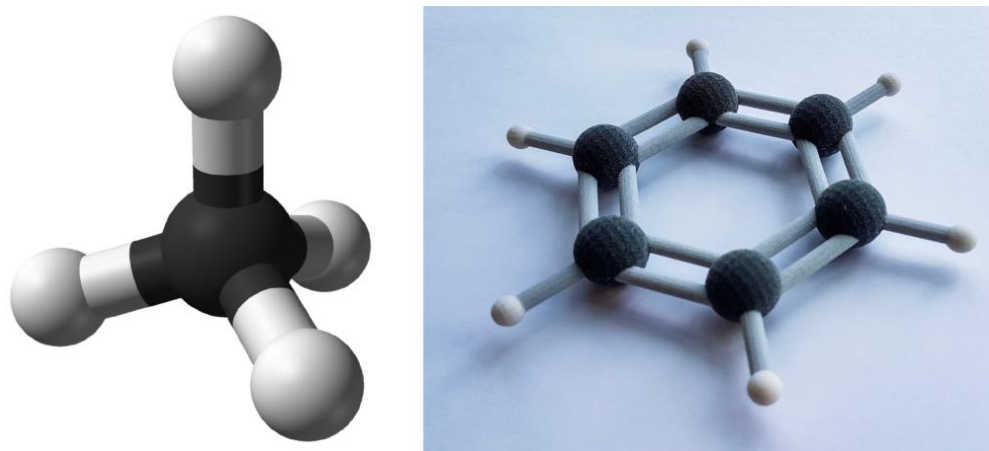


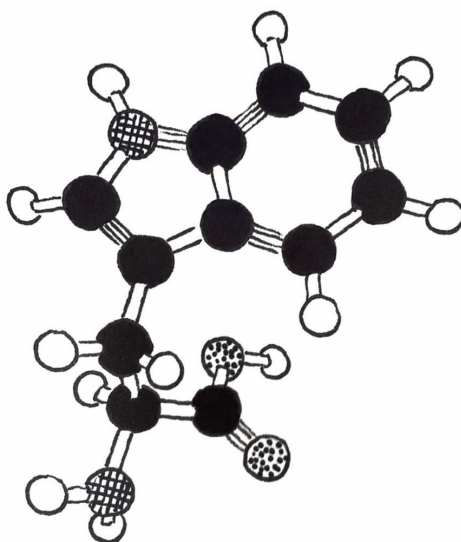
Figura 3. Diferents ordenacions espacials del carboni, visibles en la molècula de metà (esquerra) i de benzè (dreta). Imatges extretes de modelingmolecules i Makerfy RJ.

### Una alternativa al carboni

En aquest punt, entrarem en el món de la hipòtesi i en la possibilitat. Aquelles persones que recordin la primera classe en què van parlar de la taula periòdica, recordaran que el seu ordre es deu a les propietats que comparteixen diversos elements. Concretament, els elements situats en les columnes -anomenades **grups**- tendeixen a comportar-se de forma similar gràcies a les seves semblances en l'estructura electrònica.

Així, si mirem la imatge de la taula periòdica inclosa en aquest reportatge, podem veure que sota el carboni, hi ha un grapat d'elements amb propietats semblants a aquest. Per tant, seria d'esperar que elements com el **silici**, germani, estany o plom tinguin les mateixes propietats que el carboni. Si fem un pas més enllà, podríem descobrir esquelets de biomolècules basats en aquests elements?

Per començar, podem eliminar del concurs aquells elements amb una **mida atòmica massa gran**. El germani, l'estany o el plom són elements amb dificultats per generar enllaços covalents, on es comparteixen parells d'electrons entre diferents àtoms per formar molècules. Per tant, la nostra competició passa a ser un cara a cara entre el **carboni** i el **silici**.



### Una vida de silici: realitat o ficció?

Un dels primers punts que podem comparar és la seva **presència a la superfície de la Terra**. No podem esperar que un element sigui l'esquelet de la vida si es troba en proporcions infinitesimals! Comparem dades llavors: el silici representa ben bé un 28% en volum del mantell terrestre, davant de l'escàs 0.03% que representa el carboni. De moment, un punt pel silici!

Seguim amb el tema dels **enllaços**! En aquest aspecte, el carboni fa una gran remuntada... I és que no només és important el nombre d'enllaços, sinó que **siguin iguals entre ells** i amb **energies similars entre elements**. L'energia que té associada un enllaç és l'energia que necessitem per destruir la connexió entre els dos àtoms, que coincideix amb l'energia que s'obté al formar la mateixa connexió.

Parlant en propietat, els quatre enllaços que forma el carboni tenen una energia similar, fet que aporta robustesa i estabilitat a la molècula. Al silici, en canvi, el primer enllaç que es forma

té característiques similars, però amb els altres tres la cosa canvia. Això és a causa del fet que els altres electrons que participen en l'enllaç estan més allunyats i la connexió resulta més dèbil i inestable. Per tant, punt pel carboni!

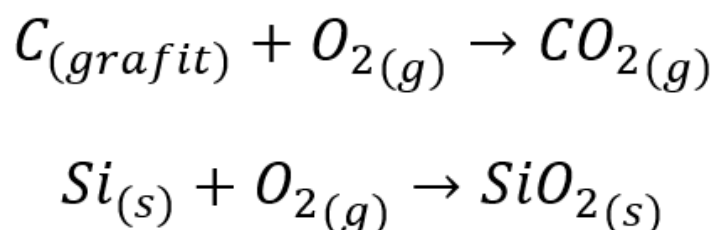
I si parlem de connexions amb altres elements, aquí el carboni acaba de posar-se per davant. No només és important tenir enllaços igual d'estables, sinó que tenir preferència per determinats elements no acaba d'anar bé.

**“Si has de ser l'esquelet de la vida, t'has de portar igual de bé amb tothom, sense preferències ni rebuigs!”**

Pel carboni, les connexions amb els principals bioelements -carboni i carboni, carboni i hidrogen, carboni i nitrogen, carboni i oxigen- tenen una **energia similar**. En canvi, en el cas del silici, l'energia de l'enllaç silici-oxigen és molt superior a la resta d'enllaços! Dit d'una altra manera, un àtom de silici enllaçat a un àtom d'oxigen seran molt difícil de separar, bloquejant la possibilitat de **reaccions químiques**. El carboni guanya un punt més i es posa al davant amb un 2 a 1 a favor.

### **Inspirar... expirar...**

Finalment, la prova definitiva. Tal com està concebuda la vida a la Terra, una part dels éssers vius obtenim energia a partir de la **respiració** aeròbica. Aquest procés consisteix a reaccionar els diferents elements amb l'oxigen, alliberant energia durant el procés que podrà ser aprofitada per fer les diferents funcions vitals. En el cas del carboni i el silici, les reaccions de combustió que es produeixen es poden veure a continuació simplificades:



**Figura 4. Equacions químiques per la combustió del carboni i el silici a 1 atmosfera de pressió i 25°C**

Doncs bé, aquells més aficionats a la geologia trobaran quelcom estrany en la segona reacció. El producte de l'oxidació del silici és la molècula de diòxid de silici, que en les condicions de pressió i temperatura de la superfície de la Terra es coneix com a **síllice**! És el principal component de la **sorra**, i pot formar minerals com el quars, l'òpal o el sílex que utilitzaven els nostres avantpassats. Dit d'altra manera, en respirar expulsaríem sorra en lloc de diòxid de carboni! A part d'això, les condicions per dur a terme aquesta reacció son de **temperatures extremadament altes** (més de 600°C), fet que ho dificulta encara més.

Per tant, amb les condicions que tenim a la Terra, el **carboni** sembla ser la millor opció per formar l'esquelet de la matèria viva. Tot i això, que la realitat no tanqui les portes a la imaginació! A finals dels anys setanta, una pel·lícula de ciència-ficció parlava d'un "Alien" amb una estructura basada en el silici, i el capità Kirk de la tripulació de l'USS Enterprise arribà a trobar-se amb els Horta, una espècie amb el silici com a element esquelet.

## Ja per acabar...

En tot moment hem parlat de la possibilitat de la vida del silici en les condicions en què es troba la Terra. Però, com ja es va comentar, **cada planeta té les seves condicions**. Això vol dir que, en unes altres condicions, la vida del silici podria ser un fet. En aquest sentit, la minisèrie **Alien Worlds** explora diferents casuístiques on podria aparèixer la vida en diferents planetes amb determinades característiques, tot des d'un enfocament científic ben calibrat!

### Bibliografia:

IOC – [Les biomolècules](#)

ThoughtCo. – [Chemical Composition of the Earth's Crust – Elements](#)

The Great Courses Daily – [Misconceptions of Science: Is Silicon-based Life Possible?](#)