

HISTÒRIES DE CIÈNCIA. Propostes per aprendre biologia d'una manera diferent.

Què caram són les biomolècules i què tenen a veure amb tu?

Laura Vila Tura

1. Visita al metge

— Noi, si veus que t'ha de fer angúnia, mira cap a una altra banda, d'acord?

I no, no ho vaig fer. Tossut i amb aires de valentia, vaig fixar la mirada en aquella agulla gegantina que, gota a gota, se m'endua la sang. El dia que em van punxar per primera vegada, amb vint anys, vaig sortir del metge més marejat que una baldufa. Vergonyós. Al néixer, els meus pares van prendre la decisió de no vacunar-me, no sé ben bé a fi de què. En aquell moment, però, amb la infermera rient per sota el nas, els vaig maleir els ossos per no haver-me sotmès abans a aquest tipus de tortures... A més, després d'aquell ridícul espantós, tornar al CAP a rebre els resultats no em va fer gens de gràcia. És per això que, després de sentir una veu entonant un "Blai Boix" amb un "mi, do" molt agut, vaig entrar a la sala de consulta amb el cap cot.

— Que et trobes cansat? Fatigat? Potser una mica moix, Blai Boix? — i una rialleta innocent. De cop i volta, aquella dona, que no era la infermera de l'altre dia, sinó la nova metgessa del poble, havia passat a formar part de la meva llista negra.

— No, no. Estic momomolt, molt bé — vaig mig quequejar, desviant la mirada cap a un pòster piramidal on hi havia dibuixats tota mena d'aliments, coronat per un parell de rosquilles de xocolata. Quina pinta, i jo sense haver esmorzat!

La metgessa em va indicar, com si es tractés del ritual de cada dia, que pugés a la bàscula que reposava sobre el terra, que després de tentinejar va acabar marcant un 80.44 kg quadriculat. En el mateix aparell em va mesurar l'alçada, i ràpidament va anotar un 172.0 cm. Després em va convidar a seure davant de la seva cadira. No vaig dubtar a deixar-m'hi caure. Em va prendre la pressió amb aquell aparell que t'escanya el braç per uns instants i va anotar-se un número que no vaig ser a temps de capturar. Aleshores, molt lentament, va prendre lloc a la seva cadira amb rodes. Ens separava una taula on hi jeia un ordinador força nou i un munt de material d'oficina, tot ell amb la insígnia publicitària de la marca d'algun medicament. Em va mirar per damunt d'aquelles ulleres diminutes de juguina i va deixar anar:

— Interessant. Bé, Blai. M'he estat mirant una estona els resultats de la teva anàlisi de sang i t'hauria de comentar quatre cosetes. Primer de tot, i pel que fa a les mesures que t'acabo de prendre, vull que vegis una cosa. Saps què és l'**Index de Massa Corporal**? És una mesura que relaciona la massa i l'alçada d'un individu, de manera que proporciona una referència de la quantitat de massa corporal per metre quadrat— per què m'explicava aquelles coses? —. Per si t'interessa, per la cara que fas, es calcula dividint la massa en quilograms entre l'altura al quadrat en metres. En el teu cas— va teclejar ràpidament la calculadora— em surt que el teu IMC és de $27.19 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Si consultem els criteris que estableix la Organització Mundial de la Salut, veiem que un IMC d'entre 25 i $30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ indica **sobrepès**. Si, a més, tenim en compte que la teva pressió arterial és de 143/92, és a dir, la pressió màxima i mínima durant la sístole i la diàstole del cor, respectivament, veiem que tens una lleugera **hipertensió**...

— Ja... Però no entenc massa què em vol dir amb tot això.

— Que estem fins, vaja. Blai, l'anàlisi de sang ha sortit força irregular. Més i tot, tenint en compte que tens només vint anys. Mira, aquests són els resultats. A l'esquerra hi pots veure els teus valors i, a la dreta, els intervals de referència per a un individu adult.

Aleshores, la metgessa va empunyar un bolígraf vermell i va començar a gargotejar la meva anàlisi.

—Mira... Això, això, això i això... Són fora del que es considera normal.

NOM: BOIX CATALÀ, BLAI

BIOQUIMICA

Valors de Referència

GLUCOSA	94 5.2	mg/dL mmol/L	60 - 110 3.3 - 6.1	
CREATININI	0.86 76	mg/dL μmol/L	0.60 - 1.20 53 - 106	
URAT	2.7 161	mg/dL μmol/L	2.3 - 6.1 137 - 363	
BILIRUBINA	0.66 11.3	mg/dL μmol/L	< 1.00 < 17.1	
COLESTEROL	244 6.3	mg/dL mmol/L	70 - 200 1.8 - 5.2	* *
			Risc moderat: 200 - 250	
			Risc elevat: > 250	
COLESTEROL HDL	74 1.9	mg/dL mmol/L	> 45 > 1.2	
COLESTEROL LDL (calculat)	152 3.9	mg/dL mmol/L		
Prevenició primària				
			Bon control: < 130	
			Mal control: >=130	
Prevenició secundària				
			Bon control: < 100	
			Acceptable: 100-129	
			Mal control: >= 130	
TRIGLICERID	90 1.0	mg/dL mmol/L	< 150 < 1.7	
ALANINA AMINOTRANSFERASA	15	U/L	< 35	
gamma-GLUTAMIL TRANSFERASA	17	U/L	7 - 32	

—Si jo ja m'ho crec tot això que m'explica, ja... Però què hi puc fer? Cadascú és com és i té el que li toca, no?

—No, Blai. Hi ha coses que sí que ens venen donades, però d'altres ens les busquem. Això que a tu et passa és més que probablement degut a uns mals hàbits de vida. Em refereixo a una alimentació inadequada i a una activitat física mínima o inexistent. M'equivoco?

— Home, doncs... No sabia pas què dir-li. Sempre he fet el mateix. A casa hem tingut, si fa no fa, els mateixos hàbits alimentaris que... No són pas dolents, o almenys així ho crec. I d'activitat física... Bé, des que sóc a la Universitat que no tinc massa temps per altres coses que no siguin estudiar i descansar o esbargir-me.

- Anem a pams, Blai. Què acostumes a menjar? Molts dolços? Molta carn? Pocs vegetals?
- Vejam... Sí que m'agraden els dolços, però no em passo pas la vida menjant-ne... Carn... Bé, anem combinant en funció del que ens ve de gust, suposo... I de vegetals... Home, sí que en mengem, i tant...—parlava per parlar fent servir paraules totalment buides. Ara que me n'adonava, no havia prestat atenció mai a la meva alimentació.
- Ahà... Bé, Blai. Em sembla que hauràs d'estudiar un mica millor els teus hàbits. Jo, mentrestant, només puc donar-te algunes recomanacions. Té, aquest fullet és per tu— i em va allargar un full titulat "Lluitem contra el sobrepès i guanyem bons hàbits". Aquí hi tens un exemple de dieta per reduir pes, les quantitats de les racions i els nutrients que et fan falta per a cada situació. Pots seguir-la, combinant-la com vulguis.
- Ui, això de les dietes, a mi no...
- Blai, és important que tinguis uns bons hàbits de vida. El sobrepès pot comportar riscos molt perjudicials per a la salut. Pensa que si això va en augment, pots patir trastorns com la diabetis, o bé l'obstrucció de les artèries i... Bé, aquí ho tens tot— i em va allargar un segon fullet titulat "La problemàtica del sobrepès i l'obesitat".
- I si faig cas de tot això, què? Canviarà alguna cosa?
- I tant. Mira-t'ho molt bé, amb calma, i si vols ens veiem d'aquí a un parell de setmanes. Et vull evitar d'anar al dietista o, encara més, a l'endocrí, si per tu mateix pots analitzar què fas malament i com arreglar-ho. Et proposo que investiguis sobre què i com ho fas. Mira, té, alguna ajudeta més... — i em va acabar d'omplir de fullets informatius: "Fregits: quan i com", "Quines begudes hem de triar?", "Lluitem en contra del tabaquisme", "Colesterol i tipus", "Dieta mediterrània", "Dieta baixa en greixos", "Dietes de moda i falses promeses", "Som el que mengem"...

Em vaig quedar perplex. Tenia un ai al cor, un no sé què que em feia sentir la persona més deixada del món. La metgessa em va dir quatre coses més, em va donar la fotocòpia de l'anàlisi de sang i em va dirigir a les noies de recepció de l'entrada perquè em donessin hora per a la següent visita.

Me'n vaig anar, tal i com havia arribat, amb el cap cot. A la sala d'espera hi havia algunes persones conegudes, però no les vaig saludar. Vaig sortir per la porta de la consulta i vaig agafar aire. La panxa em va fer rau-rau. Aleshores, per primer cop amb la incertesa de no saber si em convenia o no, o potser amb el desconsol de pensar que podria ser l'última vegada, em vaig endinsar al forn de pa - grangeta del poble i em vaig atipar de croissanets farcits de xocolata i recoberts de car.

2. Rac B-ON. Bioelements i biomolècules.

Bon dia! Són les deu i sis minuts, i ara mateix comença el "Parla'm del món" d'aquest dissabte 4 de maig! (Música animosa d'obertura). Avui ens torna a acompanyar el doctor, professor, escriptor i, fins i tot m'atreveria a dir que "amant", oi, Gustau? de la Bioquímica, que aquest cop ens explicarà de què estem fets i, en definitiva, de què està fet tot això que ens envolta. (Música misteriosa) Corregeix-me si m'equivoco; en Gustau Vallès és bioquímic, llicenciat a la Universitat de Barcelona i

doctor en Biologia molecular. Ara mateix es dedica a la investigació i a la docència, així com a la divulgació de la ciència a tota mena de públics. Tot correcte?

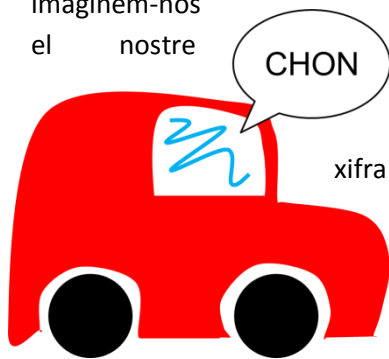
— I tant, tot a lloc!

— Bé, doncs, bon dia i benvingut de nou, Gustau. A l'últim programa ens vas prometre que ens parlaries de la matèria, els maons de tot el que veiem.

— Efectivament, Dolors. Tu i jo estem fets d'àtoms. Aquesta taula està feta d'àtoms. Tot ho està.

— Tot? L'aire, que no notem quan hi passem la mà, també?

— Tot, tot! Els **àtoms** són... solem dir que són "la part més petita dels **elements** que reté les seves propietats químiques". O sigui... Encara que ens costi, perquè ara mateix la cosa va com va, imaginem-nos que ens comprem un anell d'or pur. Si no ens han estafat a la botiga, el nostre anell està fet d'un sol element; l'or. Per tant, el que ens decora els dits és un conjunt d'àtoms d'or. De fet, si l'anell pesés 2.5 grams, hauríem pagat només uns quants centenars d'euros per la immensa xifra de **7.600 trilions d'àtoms d'or**.



— Home, vist així, el preu comença a ser més raonable, eh?

— I tant! Però no ho diguem massa fort, a veure si pujarà el preu de l'or per culpa nostra... Bé, tots recordem com se'ns va posar la pell de gallina aquell dia que a l'Institut ens van manar aprendre de memòria la **taula periòdica**... Qui carai són els senyors (amb la cantarella) Hidrogen, Liti, Sodi, Potassi, Rubidi, Cessi i Franci? Existeix aquest tal Nitrogen? Fòsfor? Arsènic?, o són només una llegenda urbana que vam aprendre en va? Doncs bé, existeixen, són els elements de la canterella que dèiem i, a més a més, quatre d'ells són les peces claus que formen tots els **organismes vius**. Carboni, Hidrogen, Oxigen i Nitrogen, l'equip **CHON**, són els protagonistes de la vida. De fet, el paper principal li ha tocat a en Carboni, el mateix element que forma la punta d'un llapis i, al mateix temps, per exemple, els diamants. Podríem dir que és una espècie de déu d'aquells que tenen tants braços. Ell en té quatre i, per tant, pot "xocar aquests quatre" amb quatre altres àtoms a la vegada. Químicament parlant, pot establir quatre **enllaços covalents**. D'això en diem **tetravalència** i en aquesta propietat del carboni rau l'existència de la vida a la Terra.

— Aleshores, ens podríem comparar amb un llapis o amb un diamant?

— Bé, de fet, només el **19.37%** del nostre cos és **carboni**. D'**hidrogen** en tenim un **9.31%**, de **nitrogen**, un **5.14%** i d'**oxigen**... un **62.8%**! La resta del percentatge del nostre pes, es compon d'**altres elements** com el sofre, el fòsfor o el magnesi, essencials per a dur a terme determinades funcions.

— I per què tant d'oxigen, si el carboni té el paper principal?

— Bona pregunta! H₂O és la molècula d'aigua, oi que sí? Doncs nosaltres estem fets, si fa no fa, d'un **70% d'aigua**! Per tant, tenint en compte que l'oxigen pesa força més que l'hidrogen, gran part del nostre pes es deu a l'oxigen de l'aigua que tenim per aquí dins.

— I l'equip CHON, doncs?

— L'equip CHON treballa per formar tota la resta. La combinació d'aquests, juntament amb d'altres elements, constitueix els **compostos orgànics**. Uns quants senyors Carboni agafats de la mà formant una filera, generen l'**esquelet de carboni** que constitueix el compost. Com que aquests senyors, dèiem abans, tenen quatre mans, les altres dues o tres sobrants, segons les mans lliures que els queden, les encaixen amb dos o tres senyors o àtoms d'hidrogen, que per mala sort els ha tocat tenir només un braç. Si tan sols es combina carboni i hidrogen, tindrem una molècula que rep el nom d'**hidrocarbur** amb un nombre d'àtoms concret, que és la seva **fórmula molecular**. Per exemple, la fórmula molecular del metà és CH₄; un carboni "enganxat" a quatre hidrògens. Quan els carbonis s'uneixen mitjançant una sola mà, un enllaç, tenim un **alcà**. Mitjançant dues mans, una unió més forta, un **alquè**. I tres, encara molt més forta, un **alquí**. Si tu i jo fóssim dues molècules d'hidrocarbur amb el mateix nombre de carbonis i hidrògens, però amb els àtoms units entre ells de maneres diferents, seríem germans, però no bessons. Seríem **isòmers**.

— Així doncs, el nostre cos, el que bevem, el que mengem... és tan senzill com això?

— Bé, potser no tant. Ens falta fer un pas més. Les biomolècules, a part de l'esquelet de carboni i hidrogen, tenen el que anomenem **grups funcionals**. Aquí juga la resta de l'equip CHON, que fins ara el teníem a la banqueta. El grup funcional d'una molècula és la part que determina com i amb què reaccionarà, quin serà el seu comportament, quines propietats tindrà... Molècules diferents amb els mateixos grups funcionals, tenen característiques semblants. Potser ara se us farà una muntanya, tot plegat, però entenent això podrem comprendre una mica millor què coi és allò que duem tant incrustat al cap quan anem a comprar... Que si sucres, que si hidrats de carboni, que si greixos...

— El que vols dir és que la majoria de nosaltres busquem productes amb pocs sucres, o pocs greixos... parts essencial dels nostres pitjors malsons... i no tenim ni la més remota idea de què són... oi?

— Home, potser no ho deia tan fredament, però sí. Ens entestem, per exemple, en comprar aliments amb el mínim de greixos possible, quan realment els greixos són essencials pel bon funcionament del nostre cos. Però d'això ja en parlarem més endavant... Abans, coneguem alguns dels grups funcionals dels compostos orgànics. Podríem classificar-los en funció de l'àtom principal que contenen. Per exemple, podem parlar de **funcions orgàniques** oxigenades quan l'àtom principal del grup funcional és l'**oxigen**, o bé **nitrogenades**, quan és el **nitrogen**. I el mateix pel sofre o el fòsfor.

— Para el carro... Tots aquests noms sonen molt professionals i tècnics, però no acabo de visualitzar-los pas...

— Tranquil·la, et posaré exemples. Em sembla que tots sabem i recordem, o com a mínim ho sabem abans de buidar l'ampolla, què és l'alcohol. El que no sabem és que allò que bevem rep aquest nom perquè conté un conjunt de molècules, en major o menor concentració, que tenen una funció orgànica que anomenem alcohol. Es tracta, senzillament, d'un oxigen i un hidrogen enllaçats covalentment, un R-OH, i aquests s'uneixen a un esquelet carbonat. Per exemple, H₃C-OH és el metanol, que és tòxic, o el H₃C-CH₂-OH; l'etanol.

— I si el metanol és tòxic... Com és que en prenem?

— Les begudes alcohòliques que consumim tenen un percentatge molt petit de metanol. L'alcohol principal d'aquestes és l'etanol. De fet, el metanol és un tòxic que pot produir vòmits, ceguesa o fins i tot la mort. Quan es destil·la per a la producció de begudes alcohòliques cal anar molt amb compte, perquè les primeres destil·lacions de la substància contenen una elevada concentració de metanol. Això succeeix perquè el metanol és **més volàtil** que l'etanol, és a dir, que a una temperatura més baixa, major quantitat de molècules passen a l'estat gasós. Però vaja, no parlàvem dels alcohols, només.

Amb àtoms d'oxigen, hi ha moltes altres funcions orgàniques. Per exemple, els composts carbonílics, formats pels **aldehids** i les **cetones**. Els aldehids són R-CHO, on el carboni s'uneix amb un doble enllaç -amb dos braços- a l'oxigen, i les cetones, R-CO-R en què l'enllaç del carboni amb l'hidrogen és substituït per un grup carbonat. O, tres grup estrella, són els **àcids carboxílics**, R-COOH, els **èsters**, R-COO-R i els **èters** R-O-R. També existeixen els **acetals**, **cetals**, **hemiacetals**, **hemicetals**... Però vaja, ara no us voldria col·lapsar amb els grups oxigenats. Pel que fa als nitrogenats, destacaria les amines, un nitrogen unit a dos, un o cap hidrogen, segons el nombre de carbonis a què s'uneixi, i les amides, que les podem considerar com a amines unides a un grup R-CO-, per exemple, R-CO-NH₂. I ja per no enredar gaire més la troca, us deixo anar el nom de **tiol**, R-SH, i de fosfat, PO₄³⁻, perquè són claus en els compostos orgànics... Per la cara que fas, no sé si m'he explicat gaire bé...

— Em sembla que això costa una mica de digerir, Gustau... Però vaja, què en fem de tot plegat, ara?

— Només un petit detall més i passem ràpidament a veure la llum aplicant-ho a la vida quotidiana que, al fi i al cap, és el que preteníem. És molt important entendre, com ja he dit abans, que el grup funcional d'una molècula en determina les propietats. Per exemple, els monoalcohols, -OH, tenen un comportament únic i característic, similar entre ells, tot i tenir diferent nombre de carbonis a l'esquelet a què es troba unit el **grup hidroxil** o alcohol. Un grup de compostos que tenen un mateix grup funcional i que es diferencien en el nombre de grups metilè, com el metanol, l'etanol, el propanol... formen una **sèrie homòloga**.

I com us he promès, ara parlarem de...

gggggggghshhshhshhshhhhhhhrrrrsshhhhggggghshhshhshhshhshhshhshhshhhgg
gggggggggrrrrggggghshhshhshhshhshhshhsgggggggghshhshhshhshhshhshh
!!!!

Els túnels, sempre tan traïdors. I a més, dels llargs. Quan vaig sortir-ne, ja havia perdut el fil de la conversa. Però no va caldre que patís pas gaire... Quan una estona després vaig arribar al MercaSàpiens, després d'aparcar amb penes i treballs a l'únic forat estret i a ple sol que hi havia, vaig treure el cap per la finestra per pal·liar aquella terrible xafogor enganxifosa i vaig veure el gran cartell. "MercaSàpiens i la setmana «sàpiens». Vine a aprendre què amaga l'interior dels aliments, gaudeix de lliçons de la mà d'experts científics i emporta't fantàstics regals i descomptes explosius".

A l'entrar, després de prendre un carret de la compra, em van lliurar un tríptic on hi havia dibuixat un planell del supermercat. A cadascuna de les seccions s'hi indicava el títol d'una lliçó; "les

proteïnes”, “els sucres”, “els greixos”,... Així doncs, impressionat per la innovació d'aquell supermercat, vaig endinsar-m'hi disposat a aprendre.

Després de fer un cop d'ull a la gentada que es trobava conglomerada en aquell local, vaig prendre la meua llista de la compra. Vaja, quatre gargots mal fets a mode d'idea d'allò que hauria de comprar, només, encara que sabia del cert que, com sempre, acabaria comprant bajanades d'aquelles que sempre troben un “per si de cas” al carro. Vaig fer un primer tomb pels productes de neteja i el menjar pel gat. Vaig passar als mocadors de paper, que no sé com, a casa, volen d'un dia a l'altre, i finalment vaig anar a per unes quantes ampolles d'aigua, de refrescs i de vi. D'aquesta darrera secció sempre miro de passar-hi volant. És plena de persones fent-se les enteses, remenant les ampolles de vi i de cava i recomanant al desconegut del costat que compri tal gran reserva perquè... i jo, que no en tinc ni fava, passo volant.

Ara em tocava comprar sucre. Per mi, la compra més fàcil, perquè no has d'escollir entre res. O sucre blanc, o sucre blanc. De marca “bona” o de marca “blanca”, rere l'etiqueta de la qual sol amagar-s'hi una marca “bona”. Per tant, cap al carretó el paquet més barat. Tanmateix, avui semblava que la meua visita a l'estant dels sucres s'allargaria.

Un home d'uns cinquanta anys i escaig m'esperava amb un somriure afable que impedia qualsevol intent d'ignorar allò que feia. Subjectava una safata amb uns petits gotets plens de sucres diversos.

— Bon dia, noi. Que t'agrada el sucre?

— I tant si m'agrada. A cullerades, me'l menjaria!

— Em sembla que això ho faríem tots... —i mantenint el somriure— té, prova'l, veuràs quin sucre més bo, com cruixeix al mastegar-lo... —i mentre que feia el que m'havia dit —però tu... Ja saps què és el sucre? Què és això que tan t'agrada i menjaries a grapats? Et sonen, els glúcids?

— Doncs la veritat és que no —amb la boca plena i els ulls desorbitats després que els sentits s'haguessin alertat del gust dolç i suau d'aquell sucre exquisit—què hauria de saber del sucre?

A continuació, em va assenyalar un codi QR per a mòbils; aquells dibuixets que enfoques amb la càmera i et duen a una pàgina web. Potser on em duria no seria pas a cap paradís, com sí que m'hi havia dut aquell gotet de sucre, però aquestes coses sempre piquen la curiositat. Així doncs, amb el mòbil, vaig obrir la pàgina web.

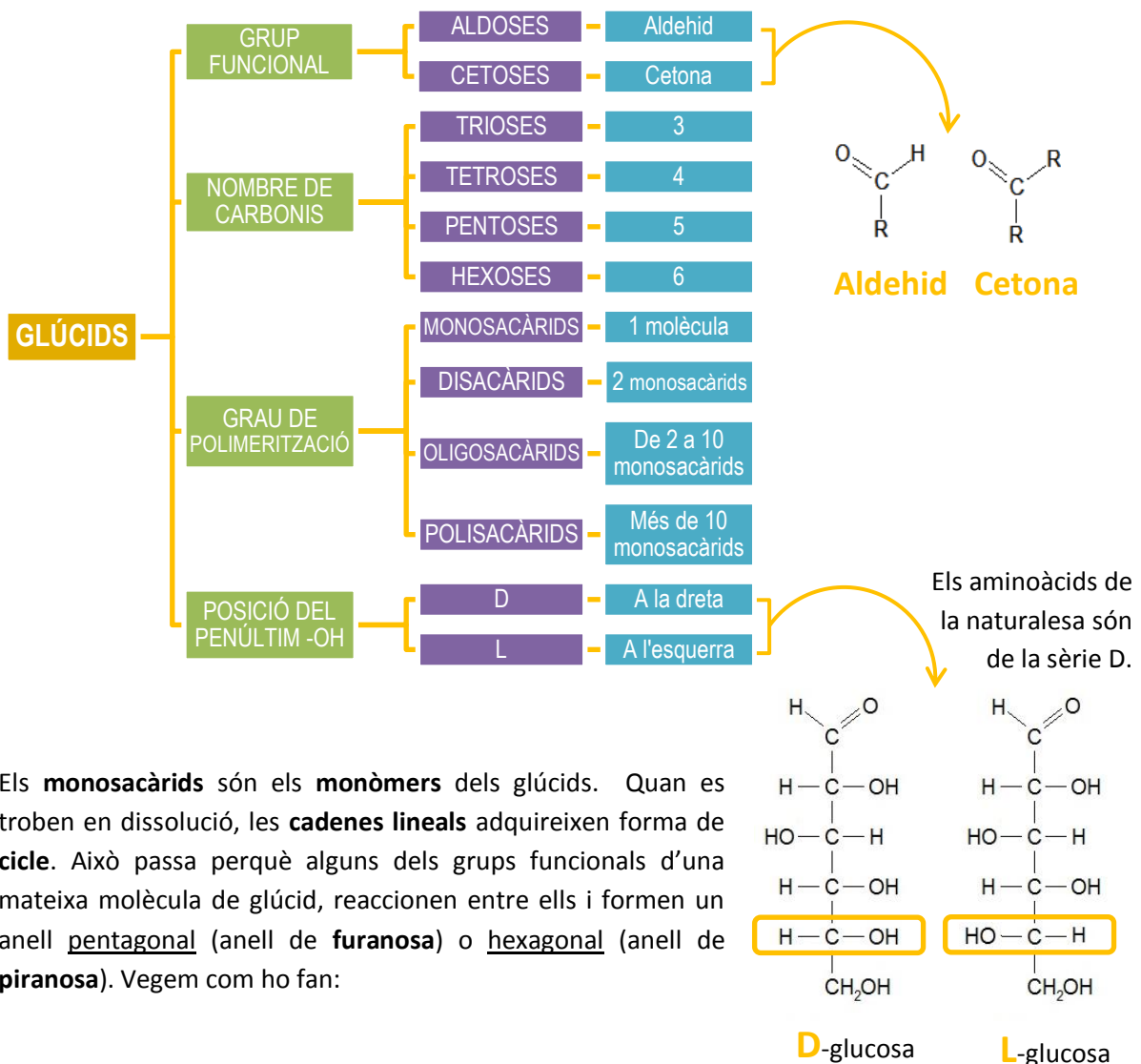


www.posa-lisucrealavida.cat

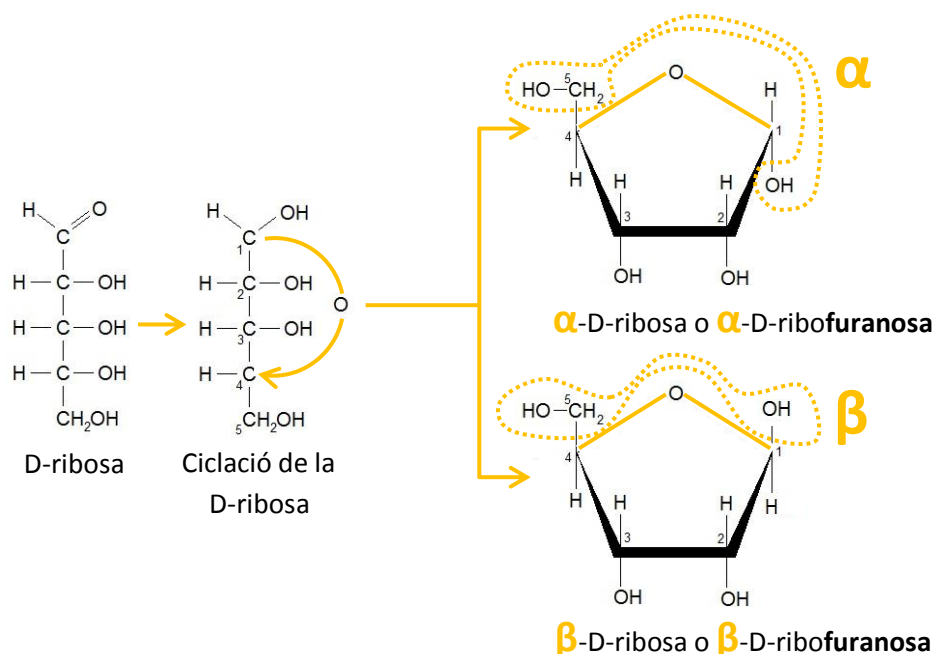
3. Què són els glúcids?

Els **glúcids** o sucres són biomolècules formades per un esquelet hidrocarbonat amb diversos grups **hidroxil** o alcohol units als àtoms de carboni i que tenen, com a grup funcional principal, una **cetona** o un **aldehid**. El glúcids també reben el nom d'**hidrats de carboni**, malgrat que no són realment àtoms de carboni units a molècules d'aigua (hidratats), sinó a àtoms d'hidrogen.

Els glúcids es poden classificar atenent a diversos factors:

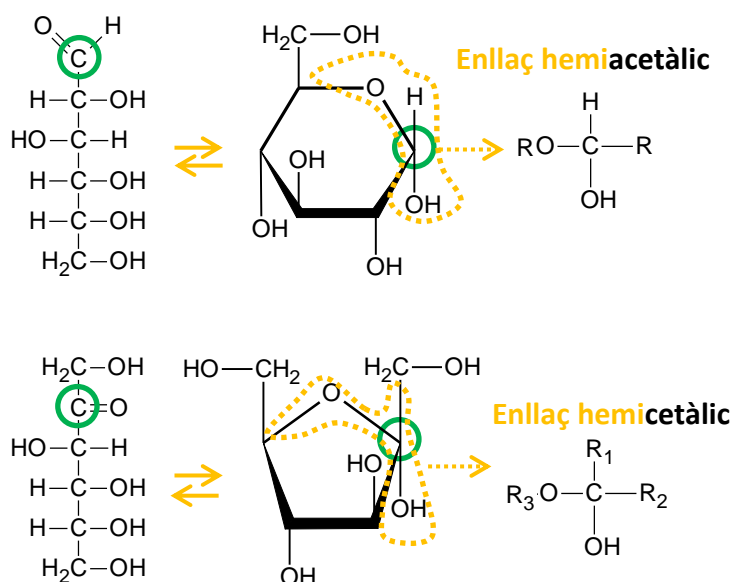


Els **monosacàrids** són els **monòmers** dels glúcids. Quan es troben en dissolució, les **cadena lineals** adquireixen forma de **cicle**. Això passa perquè alguns dels grups funcionals d'una mateixa molècula de glúcid, reaccionen entre ells i formen un anell **pentagonal** (anell de **furanosa**) o **hexagonal** (anell de **piranosa**). Vegem com ho fan:



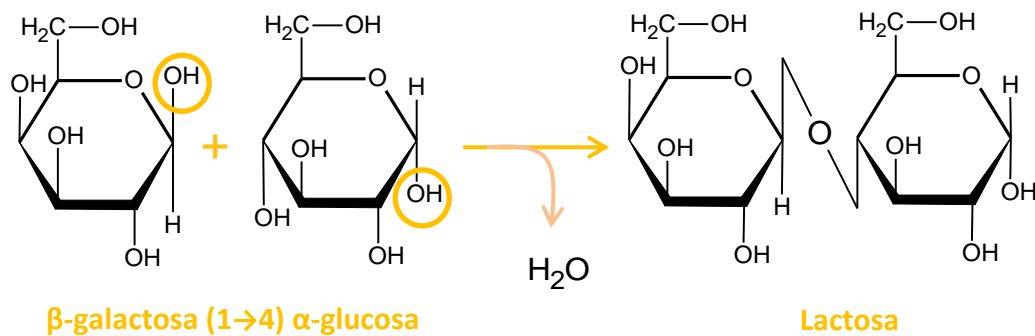
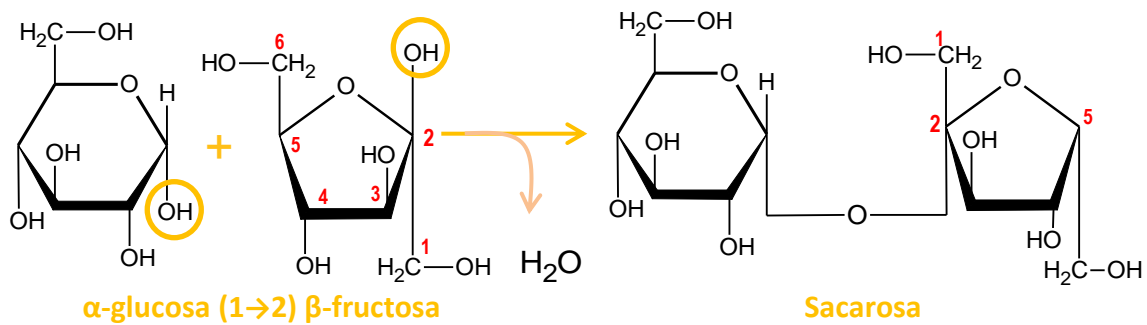
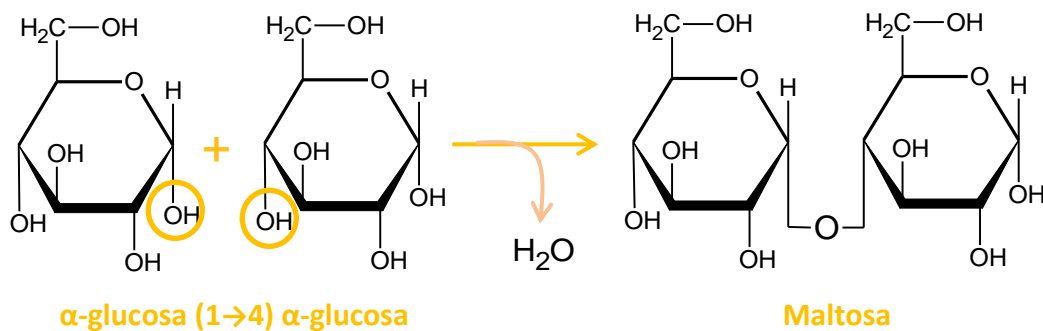
Quan un monosacàrid es cicla en forma de pentàgon, rep el nom de **furanosa** (derivat del furà), i quan ho fa en forma d'hexàgon, es tracta d'una **piranosa** (derivat del pirà).

Segons si el monosacàrid lineal és una **aldosa** o una **cetosa**, el **carboni del grup carbonílic** que reaccionarà serà l'1 o el 2, respectivament. Així, l'enllaç format podrà ser hemiacetàlic (si prové d'una aldosa) o hemicetàlic (si prové d'una cetosa). També rep el nom de **carboni anomèric**.



Tanmateix, els monosacàrids cíclics poden tornar a adquirir la seva forma lineal mitjançant un equilibri que rep el nom de **mutarotació**. Una dissolució aquosa d'un monosacàrid conté molècules cíclics i molècules lineals, i totes elles constantment canvien la seva conformació. Segons on quedi disposat el grup -OH del carboni anomèric, les molècules seran alfa (α) o beta (β).

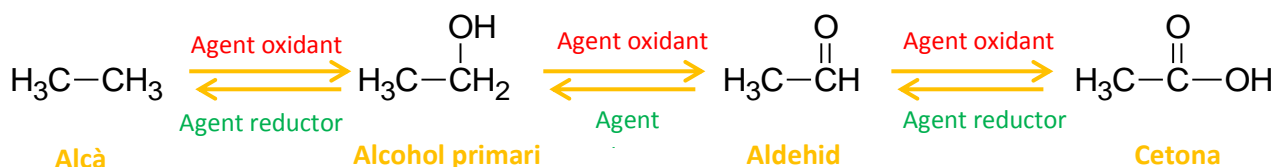
Dos **monosacàrids** poden combinar-se per a donar lloc a un **disacàrid** mitjançant la formació d'un **èter** (R-O-R) per reacció de dos grups hidroxil (-OH). L'enllaç que es forma rep el nom d'enllaç **o-glicosídic**.



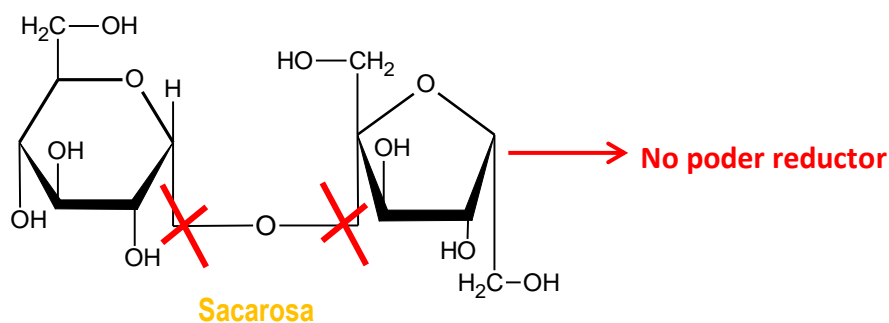
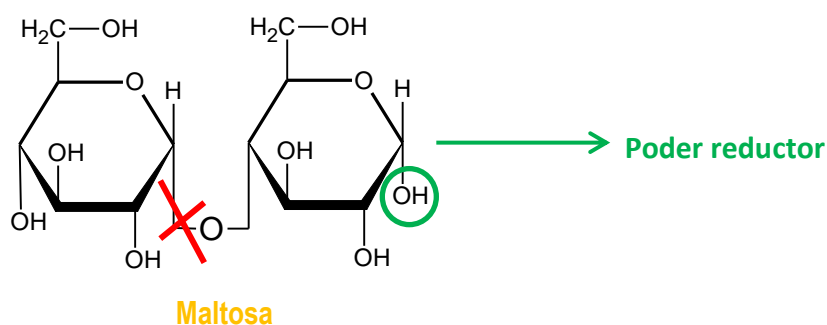
Si la reacció continua entre el disacàrid i altres monosacàrids, es formarà un **oligosacàrid** (fins a 10 aminoàcids units) i un **polisacàrid** (més de 10). Aquests són alguns dels principals mono-, di- i polisacàrids existents a la naturalesa:

	Nom	Estructura	Funció principal
Monosacàrids	Gliceraldehid		<ul style="list-style-type: none"> • Font d'energia immediata
	Ribosa		
	Fructosa		
	Glucosa		
	Galactosa		
Disacàrids	Maltosa	α -glucosa (1 \rightarrow 4) α -glucosa	<ul style="list-style-type: none"> • Hidròlisi per a l'obtenció de monosacàrids.
	Sacarosa	α -glucosa (1 \rightarrow 2) β -fructosa	
	Lactosa	β -galactosa (1 \rightarrow 4) β -glucosa	
Polisacàrids	Midó	Amilosa [n (α -glucoses) 1 \rightarrow 4]	<ul style="list-style-type: none"> • Reserva energètica dels vegetals • Font d'energia pels consumidors
		+ Amilopectina [n (α -glucoses) 1 \rightarrow 4 + ramificacions 1 \rightarrow 6]	
	Glicogen	[n (α -glucoses) 1 \rightarrow 4 + ramificacions 1 \rightarrow 6]	<ul style="list-style-type: none"> • Reserva energètica dels animals.
	Cel·lulosa	[n (β -glucoses) 1 \rightarrow 4]	<ul style="list-style-type: none"> • Estructural (paret cel·lular vegetal). • No energètica
Quitina	[n (β -N-acetil-D-glucos-2-amina) 1 \rightarrow 4]	<ul style="list-style-type: none"> • Estructural (exosquelet d'insectes, artròpodes i alguns animals). 	

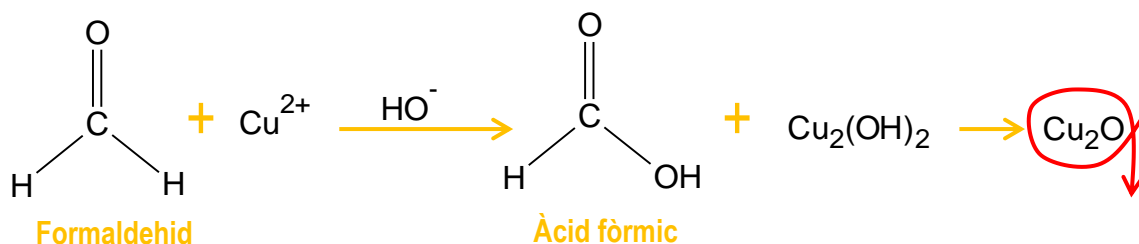
El grup aldehid de les aldoses lineals els proporciona **poder reductor**, és a dir, la capacitat de reduir altres molècules i, per tant, d'oxidar-se (augment del nombre d'enllaços C-O). Per exemple, en presència del catió Cu^{+2} , una aldosa pot reduir-se a àcid carboxílic (R-COOH):



Quan un **carboni anomèric** d'un glúcid conserva el seu grup hidroxil (-OH), el monosacàrid podrà retornar a la seva **forma cíclica** i aleshores tindrà poder reductor. Per tant, tots els monosacàrids tenen poder reductor. Els disacàrids, en canvi, només en tindran si conserven, com a mínim, un dels -OH dels carbonis anomèrics lliures. I el mateix succeirà amb els polisacàrids.



Per conèixer si una substància conté glúcids amb poder reductor o no, s'utilitza la prova del **Fehling**. Aquesta consisteix en l'addició d'una mescla de dues solucions: **Fehling A** (conté sulfat de coure (II), CuSO_4 , de color blau) i **Fehling B** (conté tartrat sòdic-potàssic, $\text{Na}^+\text{-OOC-CHOH-CHOH-COO-K}^+$, incolora). Al mesclar-les, es formarà hidròxid de coure (II), $\text{Cu}(\text{OH})_2$.



Una altra prova de reconeixement de glúcids fa servir una dissolució de **lugol** per a identificar la presència polisacàrids com els midons. La dissolució de lugol conté iode (I_2) i iodur de potassi (KI) en aigua destil·lada. En fred, el iode es fixa a la superfície de les molècules de midó. Quan això

succeeix, la solució esdevé de **color blau-violeta**. Per tant, una dissolució que canvia a color blau quan s'hi afegeix lugol, conté midó.

4. Què són les proteïnes?

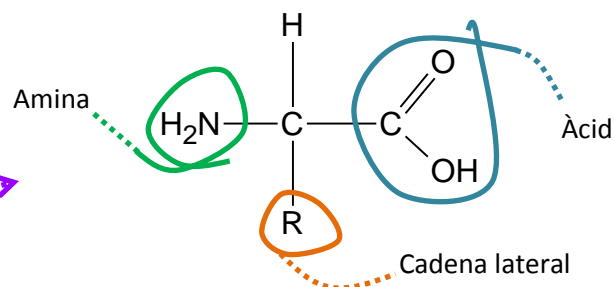
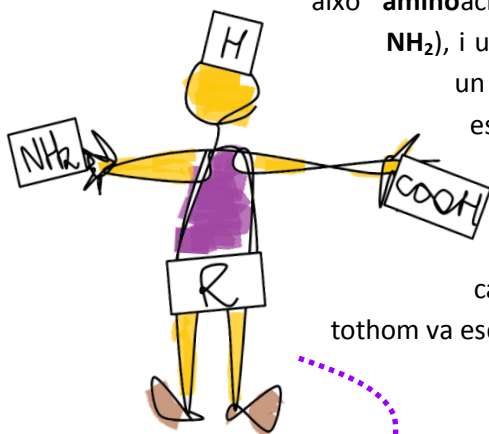
Ara em trobava davant de la secció de carns i peixos. Uf, quina pudor més insuportable... Des que era petit, que el peix no em feia gens de gràcia. Potser des d'aquell dia que vaig demanar truita al restaurant de Camprodon. Ai uix, me la van dur sencera, com acabada de pescar... si me l'hauria pogut endur a casa per posar-la a la peixera! I bé, que no menjo gaire peix. La carn sí, la carn m'encanta, sobretot la que està ben rostideta, com quan fem barbacoes amb els oncles de Balenyà.

Davant dels congeladors, hi havia una munió de gent apilotada escoltant el discurs d'una dependenta rossa i molsuda, que amb un somriure d'orella a orella feia publicitat de les millors botifarres i pernills del Vallès. Jo, mig pensant en veu alta i encantat amb la mirada perduda, rumiava: "a veure... Al congelador hi tinc... Llavors em fa falta..." I de sobte, la dona rossa, molsuda i publicista, va venir cap a mi i, d'una revolada, se'm va endur de bracet fins al mostrador. Sembla a ser que algun gracioset havia preguntat "què són les proteïnes?" i ella, sense pensar-s'ho, em va fer servir de conillet d'índies. Faig cara de proteïna, potser?

— Aquest noi taaan guapo i taaan valent, que s'ha ofert voluntàriament (sí...) per ajudar-nos a entendre què són les proteïnes, em farà d'aminoàcid, oi bonic?

— Home, depèn del que entenguis per aminoàcid...

— Vejam... Un aminoàcid és una biomolècula que té un carboni molt important, que anomenarem "alfa". (Dirigint-se a mi) A partir d'ara, el teu cos serà un **carboni alfa**, d'acord? Aquest carboni alfa, té "enganxades" quatre coses. Està unit covalentment a un **hidrogen** (i em va enganxar al front un cartellet, on hi havia dibuixada una **H**), també un grup funcional que es diu **amino**, i per això "**aminoàcid**" (i em va fer aguantar, amb la mà dreta, un cartellet amb un **NH₂**), i un altre que es diu **carboxil**, que és un grup **àcid** (a la mà esquerra, un cartellet amb un **-COOH**). Tots els aminoàcids tenen aquesta estructura principal, però encara duen unit al carboni alfa alguna cosa més. "Alguna cosa" diferent per a cada aminoàcid; el tret que els diferencia. Tu seràs, per exemple, l'**alanina**— i d'una revolada, que em va agafar desprevingut, em va enganxar un cartellet sota la panxa.... que duia dibuixat un **-CH₃** enorme... tothom va esclatar a riure.



— Això és un aminoàcid? —vaig dir, vermell com un pebrot, per diluir les rialles.

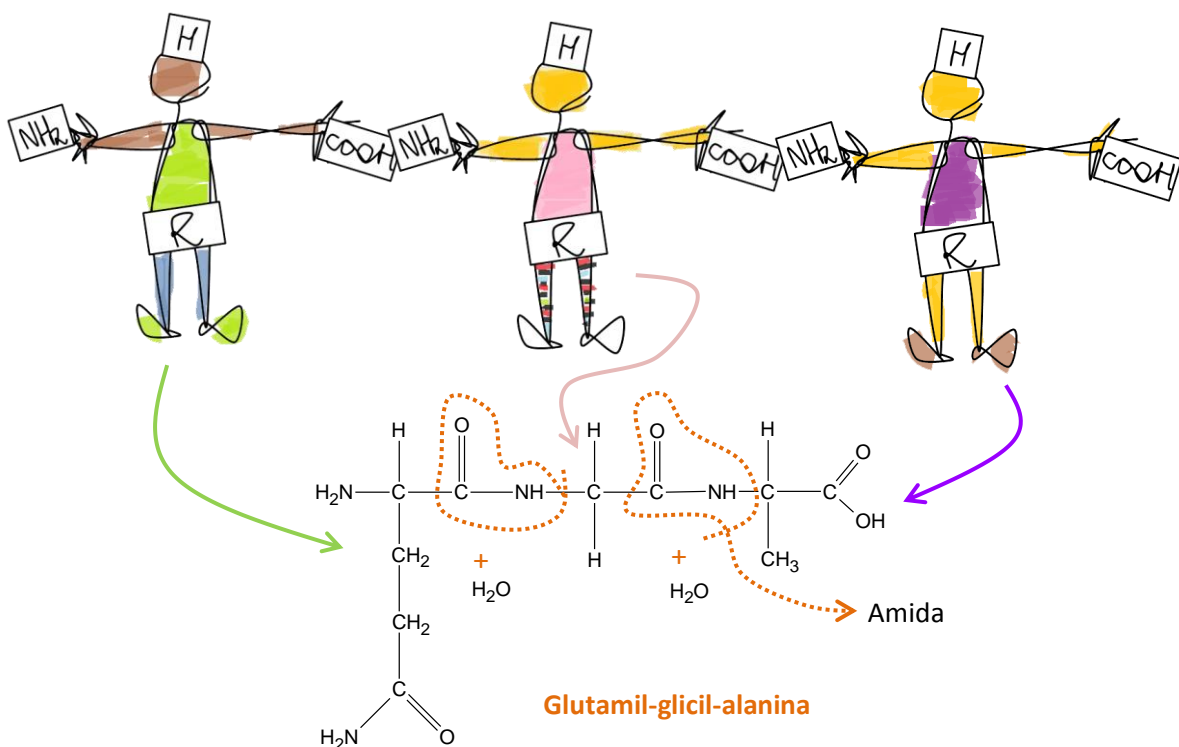
— Exacte. Ets l'alanina. També hauries pogut ser la fenilalanina, la glicina, la tirosina o qualsevol dels **20 aminoàcids** que existeixen a la natura, segons la "**cadena lateral**", R, que t'hagués enganxat aquí sota—assenyalant-me, i de nou les rialles— que pot ser **no polar, polar amb càrrega i polar sense càrrega**. Tu, per exemple, no ets polar. A més, ets la "**L-alanina**", perquè quan ells et miren (assenyalant al públic), veuen el grup amino, **-NH₂, a l'esquerra**. En llatí, "levo". Si fos a la dreta, seria la D-alanina, però els **aminoàcids naturals** són tots de la **sèrie L**.

— I això és el que tenen dins tots aquests bistecs del mostrador? —va preguntar un senyor del públic que duia un carret ple a vessar.

— I tant. Però no només un aminoàcid, sinó moltíssims i units entre ells, "enroscats" de manera complexa, formant les **proteïnes**. Necessito un parell de voluntaris més —i altre cop, sense preguntar, va agafar una parella de casats i els va dur a l'escenari improvisat. Els va enganxar el mateix que jo duia, però la seva cadena lateral era diferent. —ella és la **glicina** (duia enganxat un H on jo duia el -CH₂) i ell, el **glutamat** (duia un -CH₂-CH₂-COO⁻). Sou parella, oi? —i van assentir—. Doncs com que són parella i s'estimen molt, s'uneixen formant un **enllaç**, enlloc de nupcial, **peptídic**. Volem un **dipèptid**, dos aminoàcids units, que es digui **Glutamil-glicina**. Perquè això passi, el -COOH del glutamat s'ha d'enganxar al -NH₂ de la glicina. Com ho fareu?

I després de pensar-s'ho i remirar-s'ho, la lisina va unir el seu braç dret on hi duia el cartellet de -NH₂, amb el cartell del braç esquerre del glutamat, on encara s'hi enganxava el -COOH.

— Veieu? Això és un dipèptid. Una mica ortopèdic, però un dipèptid. La unió d'aquests dos aminoàcids ha donat lloc a un **grup amida**, pla, sòlid i rígid. Però compliquem-ho una mica més. Ara volem el tripèptid **glutamil-glicil-alanina**. Com ho fem això? —i em va dedicar una mirada picaresca.



Jo, que ja havia mig perdut el fil, també vaig posar la mà dreta sobre el cap del senyor. De sobte, tothom del públic va començar a cridar “noo!! A l'altre!!!” i a riure. Em vaig posar encara més vermell i vaig situar la meva mà, amb el grup $-NH_2$, sobre el cap lliure d'aquella dona, de la glicina. Així, formàvem una cadena, que segons la dependenta, era un **tripèptid**.

– Però, senyors i senyores, les proteïnes són mooolt més grans que això. La insulina, per exemple, té 51 aminoàcids dividits en dues cadenes. Les proteïnes, a més, adquireixen diferents estructures. Per a això, necessito que entre tots fem una filera. Cadascú que sigui l'aminoàcid que vulgui, però és necessari que poseu la mà dreta al cap de la persona del costat i algú altre us posi la mà al cap, al grup $-COOH$. Així formarem una cadena llarga peptídica, que és l'**estructura primària** de les proteïnes– un passadís del supermercat estava, ara, ocupat per una filera de persones unides per les mans– Ara dividim aquesta cadena en dues. Posem les dues cadenes de costat, en paral·lel i aquests dos nens tan macos que no estan fent res –els va empènyer entre les dues cadenes– estiraran els braços i formaran **dos ponts d'hidrogen** que uniran les cadenes. Això és la **làmina beta**, una de les **estructures secundàries** que pot adquirir una proteïna. Però també n'hi ha una segona, que és en forma d'espiral, l'**hèlix alfa**. Us heu d'imaginar que una cadena s'enrosca en forma d'hèlix i els nens es van enganxant pels laterals, fent l'hèlix més estable.

La cadena va començar a entortolligar-se, però no hi va haver manera i va acabar formant-se una munió de gent desordenada.

– Això que heu fet, per cert, una patata, s'assembla més a l'**estructura terciària** de les proteïnes. És una mena d'entortolligat d'hèlixs alfa i de làmines beta, aparentment desordenades, però molt estables. I per últim, que ja no cal que ho proveu perquè la faríem grossa, tindrem l'**estructura quaternària**, en algunes proteïnes; un conjunt de **cadena polipeptídiques**.

Després d'aquestes paraules, la cadena es va entortolligar encara més, fins que alguns de nosaltres vam acabar de cul a terra. Quan tothom tornava a prestar atenció va acabar la xerrada explicant-nos que les proteïnes, segons la seva funció, podien ser **enzims, hormones, receptors, transportadors**, proteïnes **estructurals** o de **defensa, reguladores** o de **reserva** i de **motilitat**. No vaig entendre ni un borrall de tot això, però ja ho investigaré. Finalment ens va dir que d'aquests 20 aminoàcids que deia, n'hi ha de 8 a 10 que el nostre cos no pot sintetitzar però que com que són **aminoàcids essencials**, els ha d'incorporar a través dels aliments. Per això, consumim **carn, ous, llegums, fruits secs, llet...**, que ens aporten aquestes i la resta d'aminoàcids. I per acabar, va tornar a fer propaganda de les seves botifarres i pernils del Vallès, i ens va regalar, als tres conilletes d'índies del principi, un espetec artesà.

4. Què són els lípids?

Arrossegant el carro de la compra estratègicament per tal de no xocar amb ningú, perquè allò era can seixanta, per fi vaig arribar a la que creia la meva secció preferida. Dolços. Dos passadissos plens a vessar, a banda i banda, dels petits plaers de la vida lluint dins embolcalls estrofolàriament acolorits. Tres quarts de passadís estaven regentats per una infinitat de caps de cereals de tots els tipus. Arròs inflat, flocs de blat amb mel, cereals d'arròs amb fruits secs, fruites del bosc o delícies de poma, cereals farcits de crema de llet, de xocolata o nata i maduixes, civada, mill, sègol, caixes enormes en format d'estalvi, caps individuals, cereals comprimits fets barreta amb poques calories, cereals embolcallats per picar entre hores, versions a preu d'or, gangues... Al veure tot allò no vaig tardar a tenir; u, la boca fent aigües, dos, un sentiment d'indecisió angoixant i tres, una contrarietat de moviments cap una capsa i cap a l'altra sense saber quina posar al carro definitivament. Horrible. I si amb els cereals passava allò, amb les galetes... Vaig tancar els ulls i vaig allargar el braç a la primera capsa que se'm va posar davant. Conflicte solucionat. Però, com si el calvari no volgués acabar-se mai, de sobte, una veu em va dir a cau d'orella i amb un cert retintín:

INFORMACIÓ NUTRICIONAL		
Valors mitjans	Per 100 g de producte	Per ració: 2 galetes (aprox. 32 g)
Valor energètic	1919 kJ / 459 kcal	614 kJ / 147kcal
Proteïnes	7,1 g	2,3 g
Hidrats de carboni dels quals: Sucre	70,1 g 21,2 g	22,4 g 6,8 g
Greixos dels quals: Saturats Monoinsaturats dels quals: Omega 9 Poliinsaturats	16,1 g 1,7 g 12,5 g 10,0 g 1,9 g	5,2 g 0,5 g 4,0 g 3,2 g 0,6 g
Fibra alimentària	2,7 g	0,9 g
Sodi	0,7 g	0,2 g

— Que ha triat aquestes galetes per algun motiu en especial?

— No, m'han semblat bé, com qualsevols altres— vaig contestar-li després de fer un bot d'esglai.

— Mmm... Interessant —amb la mà a la barbata, el noi vestit amb l'uniforme del MercaSàpiens em mirava amb una cara de disgust i intenció de no sé què— però n'hi ha de moltes varietats, home!

— Ja, però al cap i a la fi, són tot galetes, oi? Totes m'agraden i, per tant, aquestes també— buscant com treure-me'l de sobre.

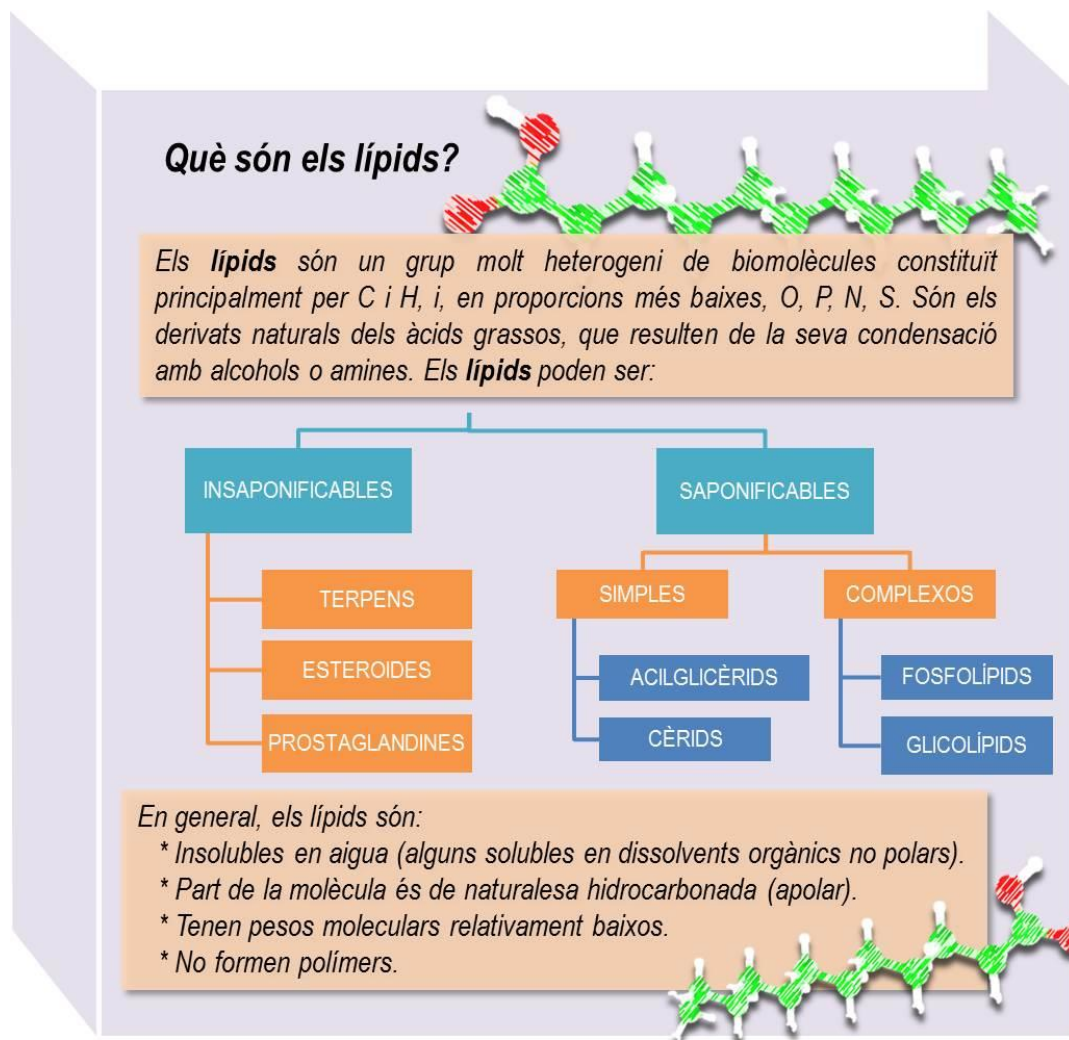
— No, no, no...— acompanyant la negativa amb un ball de dit índex— No li puc pas donar la raó, ni de bon tros! És totalment mentida que totes siguin iguals. Primer de tot, perquè malgrat que totes les galetes segueixin un patró d'ingredients semblant; farina, sucre, oli..., perquè sinó no serien galetes, cada tipus de cada marca els combina en proporcions diferents i hi afegeix ingredients molt diferents que, n'estic convençut, a vostè li agradaran més o menys. En segon lloc, perquè cada producte té un valor nutricional diferent i cal tenir-lo en compte i no triar a la babalà. Per exemple, una persona amb hipertensió no hauria de consumir productes amb molt de sodi, perquè és el gran enemic d'aquesta malaltia. O les persones que volen perdre pes, creu que optaran per productes amb molts greixos saturats?

— Ja, no, sí... Potser... Jo... Això dels greixos saturats, què...?

— Molt bé, molt bé! Aquesta és l'actitud!! Ja ho intuïa, jo, que vostè tenia inquietuds científiques— me'l vaig mirar amb cara de no saber on m'havia ficat— Miri. Segur que haurà sentit a parlar milers de vegades sobre els greixos. La tele en va plena. Saturats, insaturats, omegues XXXX, triglicèrids, greixos d'origen animal, vegetal... oi?

— Sí, sí, suposo. Però ho tenim tant per mà que ni li donem importància. Què és tot això?

— Doncs bé, li explicaré. Però abans, permeti'm oferir-li una classificació dels greixos que existeixen a la naturalesa. Miri— i em va allargar un tríptic, com si no n'hagués tingut prou amb els del metge, encapçalat per una definició i un mapa conceptual.



— A veure, a veure, a veure... Anem a pams. La primera part de la definició, l'entenc— ja era tot un expert en bioelements! —però... això de “derivats naturals dels àcids grassos que resulten de la seva condensació amb alcohols o amines”, què coi significa?

— Si t'hi fixes, al fullet hi diu que els lípids no formen polímers. Això significa que un lípid no és, com ho són les proteïnes o els glúcids, productes de la condensació o unió d'unitats iguals repetides. Els lípids són molt heterogenis i resulten de la unió de molècules molt diferents. Malgrat

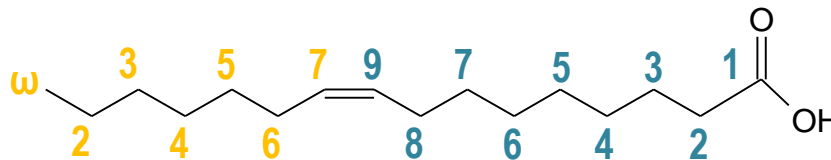
això, molt lípids contenen un grup de molècules que reben el nom d'àcids grassos que, al seu torn, també n'hi ha una gran diversitat.

— Però tanta diversitat, tanta diversitat... Aleshores com sabem què és un àcid gras?

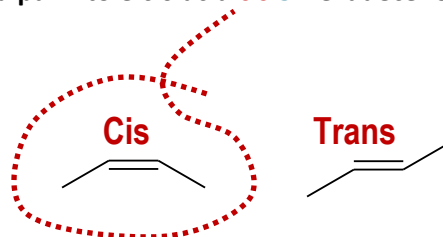
— Un àcid gras és una molècula que, com bé indica el seu nom, conté **un grup àcid carboxílic**. Es tracta d'un grup àcid unit a una cadena hidrocarbonada llarga que sovint conté un **nombre parell de carbonis** (entre 4 i 36). Els més abundants són els que tenen entre 16 o 18 carbonis. Aquests carbonis poden estar units mitjançant només un enllaç simple, un enllaç doble o un enllaç triple en casos molt rars. Si la cadena hidrocarbonada d'un àcid gras només conté enllaços simples C-C parlem d'un àcid gras **saturat**, i si tenen un o més enllaços dobles, C=C, parlem d'àcids grassos **insaturats**, mono- o poliinsaturats segons el nombre enllaços dobles.

— I allò dels omegues que has dit?

— Ben vist. La denominació "omega" també fa referència als dobles enllaços. Que un àcid gras sigui omega ja ens indica que, com a mínim, té un doble enllaç. L'omega és l'última lletra de l'alfabet grec i, per tant, indica final. Els dobles enllaços se solen situar cap al final de les cadenes hidrocarbonades dels àcids grassos. Segons la IUPAC, comencem a comptar els carbonis a partir del -COOH i, per tant, els dobles enllaços rebrien numeradors molt grans. Així, el que fem és denominar l'últim carboni com carboni omega (ω) i comptar, a partir d'aquest, a quin carboni es troba el doble enllaç. Per exemple, en l'àcid palmitolèic que té 16 carbonis, el doble enllaç es troba a 7 carbonis del final, mira-ho aquí:



L'àcid palmitolèic o àcid **cis-9-hexadecenoic** és un àcid gras omega-7 monoinsaturat.



En general, els àcids grassos presenten una configuració **cis**, en què la cadena hidrocarbonada a banda i banda del doble enllaç s'orienta cap un mateix costat del pla.

Hi ha al voltant de 30 àcids grassos diferents que componen els lípids. En funció de la seva cadena hidrocarbonada, tots tenen **propietats físiques** diferents.

— D'acord, d'acord... Però això em pot servir d'alguna cosa, a mi, durant el dia a dia?

— I tant! Deixa que m'expliqui. Com **més llarga** és la cadena d'un àcid gras, **més alt** és el seu **punt de fusió**, és a dir, que cal una temperatura més elevada per trencar les unions entre les molècules d'àcids grassos i passar de sòlid a líquid. Per altra banda, els greixos amb un elevat contingut d'**àcids grassos saturats** acostumen a ser **sòlids a temperatura ambient** (tenen el punt de fusió més alt) perquè les forces de van der Waals entre molècules adjacents en limiten el moviment. En canvi,

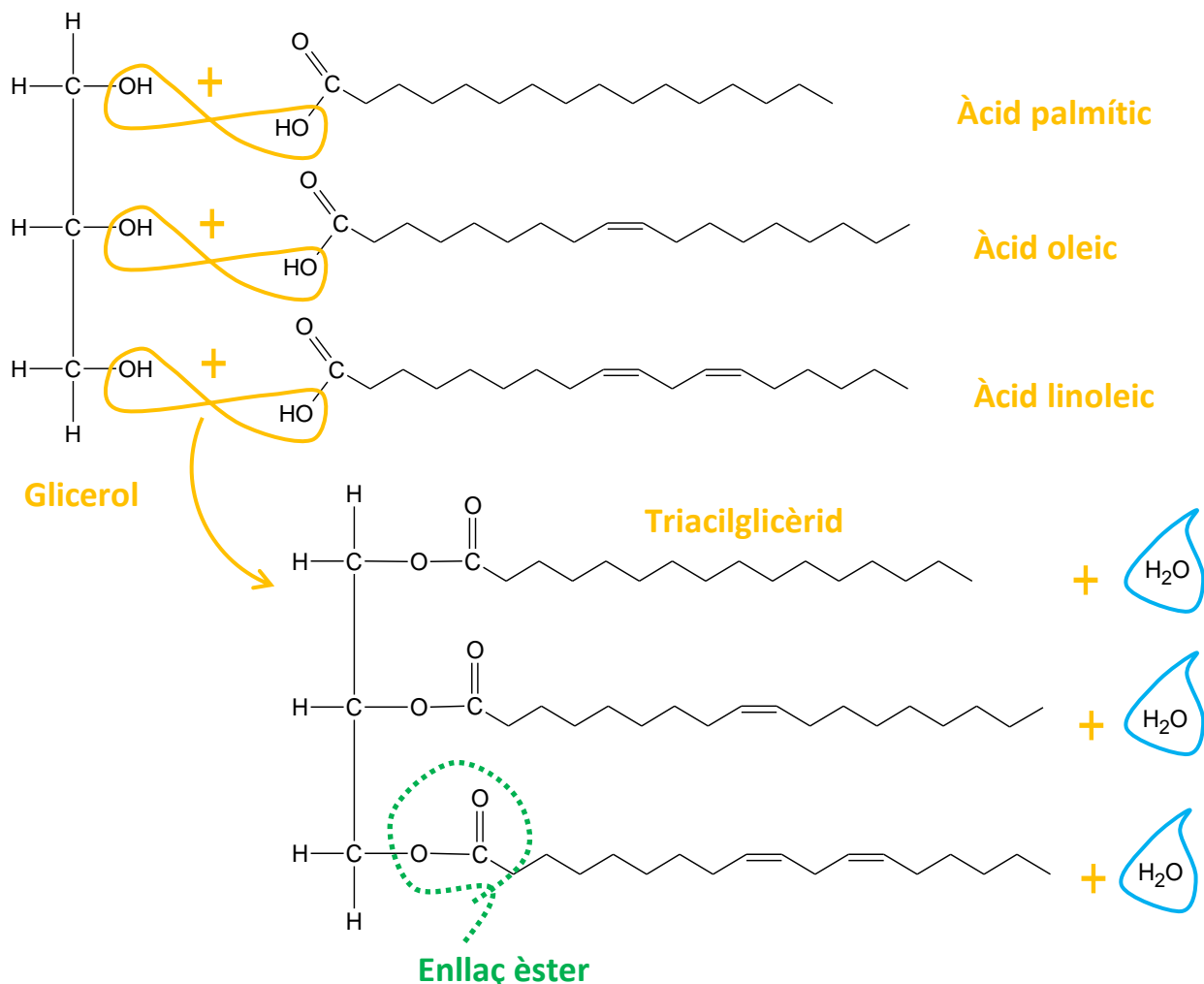
aquells greixos rics en **àcids grassos mono- o poliinsaturats** acostumen a ser **líquids a temperatura ambient** (punt de fusió més baix) perquè els dobles enllaços inclinen les cadenes hidrocarbonades de tal manera que dificulten les interaccions de van der Waals i el moviment de les molècules és més lliure. Tot plegat, és utilitzat des del punt de vista comercial de cara als diferents productes. Per exemple, entre l'oli, la margarina i la mantega, quin dels dos creus que és més ric en àcids grassos saturats?

— La mantega, perquè és sòlida a temperatura ambient. La margarina és més... llefiscosa. I l'oli és líquid, perquè deu tenir molts greixos insaturats, no?

— Ben vist. M'agrada que diguis "molts greixos insaturats" i no "només greixos insaturats". Deixa'm que fem un pas més. El 98% dels greixos que ingerim a la dieta es troben en forma de triacilglicèrids...

— Triacilquè? Uff... Apa, no em prenguis el pèl.

— Triacilglicèrids o triglicèrids. Fixa't en la classificació que t'he donat abans. Són greixos **saponificables, simples**. De fet, quan diem "greixos" fem referència als triglicèrids. Aquests estan formats per una molècula de **glicerol** unida a **tres àcids grassos** (quan s'uneix a dos o a un àcid gras es tracta d'un diacilglicèrid o un monoacilglicèrid, respectivament). S'uneixen mitjançant la condensació dels grups $-OH$ del glicerol o glicerina amb el $-COOH$ de l'àcid gras, desprenent aigua. Mira:



Així doncs, un producte que conté greixos, no està format per un sol tipus d'àcids grassos, sinó per una gran varietat d'aquests esterificats al glicerol segons composicions molt diverses. També t'he de dir que per ser líquid, en el cas de l'oli, no sempre s'és ric en greixos insaturats. L'oli de coco, per exemple, és molt ric en greixos saturats. En general, però, la indústria alimentària utilitza aquesta propietat dels greixos saturats, de ser sòlids a temperatura ambient, pels seus productes. Tot això que tant ens agrada, la brioixeria industrial, fa servir greixos saturats per poder mantenir millor els productes en les condicions ambientals. És més, els fabricants solen hidrogenar els olis que contenen greixos insaturats per "saturar-los".

— O sigui que fan greixos sòlids a partir de greixos líquids.

— Sí, i això fa que siguin pitjors per a la salut, perquè els àcids grassos saturats augmenten el risc de patir malalties cardiovasculars. A més, en aquest procés d'hidrogenació, també pot passar que els dobles enllaços es reordenin i en lloc de tenir configuracions **cis**, tinguem configuracions **trans**, dels dobles enllaços. S'ha demostrat que aquests greixos trans augmenten el colesterol dolent i, per tant, també el risc de patir malalties cardiovasculars.

— Ui, ara m'estàs espantant. Aleshores, què hem de menjar i què no?

— No es tracta de menjar o no menjar, sinó de saber quant menjar-ne. Tres àcids grassos són essencials, que vol dir que el nostre organisme no els pot fabricar i per tant els obtenim mitjançant els aliments, encara que només ens en calen quantitats petites. Són l'àcid linoleic, el linolènic i l'araquidònic, els dos insaturats. La resta d'àcids grassos, els podem sintetitzar a partir d'altres nutrients no lipídics.

— D'acord, d'acord... I la resta de lípids? Perquè has dit que n'hi havia molts tipus...

— I tant! I ben importants. Si repassem la classificació d'abans, veiem que dins dels lípids saponificables i simples també hi ha els cèrids. Aquests també estan formats d'un àcid gras, que s'esterifica amb un monoalcohol (amb 16-30 carbonis). Així doncs, són sòlids a temperatura ambient, hidrofòbics i insolubles. T'has fixat mai que moltes fruites, o bé les fulles de les plantes, brillen, i encara més si les fregues amb un drap?

— Sí, les pomes vermelles relluents fan goig de veure i tot.

— Doncs això és perquè estan revestides per una capa de cera que les fa **impermeables** i, per tant, els proporciona protecció. I les nostres "parets" de què estan formades?

— Les nostres "parets", que són les membranes de les cèl·lules, estan formades d'uns lípids saponificables complexos que reben el nom de **fosfolípids**. Estan formats per un àcid fosfatídic (glicerina, dos àcids grassos i un àcid fosfòric) més un altre alcohol. La seva composició fa que siguin **amfipàtics**.

— Antipàtics?

— AMFIPÀTICS. Que vol dir que una part de la molècula és hidròfila, li agrada l'aigua, i l'altra hidròfoba, que li té fòbia, que no la vol ni veure. Com que l'interior i l'exterior de les cèl·lules conté aigua, els fosfolípids es col·loquen seguint una estratègia per tal que les seves parts hidròfobes no

toquin l'aigua. Formen una **bicapa fosfolipídica** col·locant els extrems hidròfils cap als exteriors de la membrana:

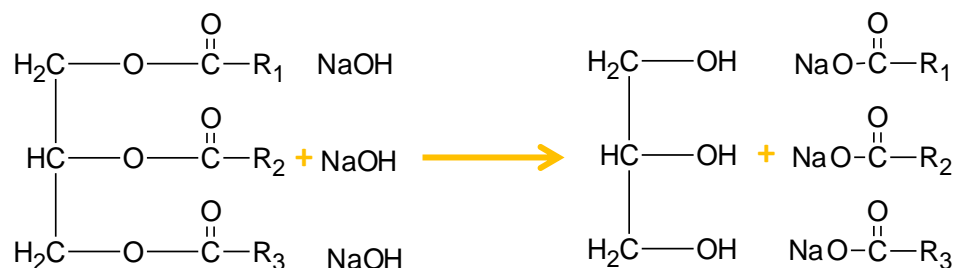
I dins d'aquest grup també trobem els fosfoesfingolípid que, per no entortolligar més la troca, et diré que estan formats per fosfocolina i ceramida. Són de gran importància biològica, perquè també formen part de les membranes cel·lulars o de les lipoproteïnes del plasma, així com també actuen en el procés de senyalització cel·lular.

—Ah... Em sembla que m'he marejat amb tantes "fosfocoses"...

— Au va, si ja acabo. A l'altra banda de l'escenari, tenim els lípids insaponificables; els **terpens**, les **prostaglandines** i els **esteroides**. Dels terpens, per exemple, destaquen els **carotenoides**, els pigments que donen color taronja i groc als vegetals i participen a la fotosíntesi. Les prostaglandines, en canvi, provenen dels àcids grassos de determinats fosfolípids i tenen funcions molt diverses, com ara promoure la inflamació o la contracció de la musculatura llisa. I, per últim, els esteroides, que ja n'hauràs sentit a parlar, estan formats per àtoms de carboni disposats en anells sintetitzats a partir de l'isoprè— jo, mirant-lo amb cara d'haver estat bufetejat quaranta vegades— no em miris així, perquè els esteroides són vitals. El colesterol, les sals biliars, les hormones de la reproducció... Mira què et dic, que sense ells no series pas aquí, tu!

— No, si no ho dubto, no... Jo hauria d'anar tirant, em sembla... —silenci incòmode —però abans una cosa! No crec haver entès ni una vuitena part del que m'has explicat, però sí que hi ha una cosa que potser m'has explicat i no recordo... Això de saponificables, què... Vol dir que es poden ensabonar? Perquè amb el sabó precisament netegem els greixos...

— Ui, se m'havia passat per alt! Saponificables vol dir que se'n pot fer sabó! Sembla contradictori, però el sabó que fem servir per desengreixar, s'obté a partir del mateix greix. L'enllaç èster d'alguns lípids, com els triglicèrids, els cèrids o els fosfolípids, es pot **hidrolitzar en un medi bàsic**, per exemple amb hidròxid de sodi, **NaOH**, i obtindrem un alcohol i una sal d'àcid, que és el propi **sabó**.



5. Què són els àcids nucleics?

Fer la compra era fatigant. La propera vegada, vaig pensar, la faria per Internet on, segons diuen, només cal clicar els productes perquè te'ls duguin a casa. Un quilo de patates, unes quantes llaunes de tonyina, arròs i pasta i que soni el timbre que ja baixo a pagar-vos! I parlant de diners, mentre que esperava que la següent i última informació que rebés en aquell supermercat fos el preu total de la compra, algú em va donar un cop de colze i, acte seguit, la veu dolça d'una dona em va saludar a crits.

— Blaaaaai!— era la Llúcia, una de les poques professores de secundària que va aconseguir despertar un petit bocí d'interès en mi cap al món de la biologia. Allò de l'ADN era fascinant, tot i que ara ja no en recordés ni un borrall. Quins temps, aquells...

— Ei Llúcia!! Quina gràcia trobar-te aquí! Que hi véns a comprar? —pregunta redundantment ridícula; què hi havia de fer a un supermercat, sinó... vaig mirar d'arreglar-ho— vull dir que... no m'estranyaria que vinguessis només a veure una mica tot això que tenen muntat sobre la ciència i aquestes coses que tan t'agraden— va riure, uf, salvat.

— Doncs em sembla que una mica les dues coses. He vingut a comprar quatre tonteries que podien esperar de sobres, però és que em picava tant la curiositat! A més a més, no me'n refiava ni un pèl del que poguessin explicar... Ja saps que sóc força pera-punyetes i m'agrada parlar en propietat. De moment, però, tot el que he vist està força bé. Bé, alguna "pixada fora de test" parlant de les proteïnes sí que l'han fet... però res imperdonable.

Vam estar parlant una estona. Que com ens anava la vida, que si les famílies respectives, que si els antics companys-alumnes de classe, que com estava el món... I, mentrestant, anàvem dirigint-nos a pagar a la caixa perquè, pel que semblava, ja havíem vist el bo i millor de tot aquell "circ", o això desitjava jo. Ja m'ho podria haver imaginat, però, que faltava la cirereta del pastís.

— Passin i vegin! Passin i vegin! El meravellós món de l'ADN els espera aquí dins! Descobreixin per què són com són vostès i tots els éssers que els envolten!— la Llúcia va aturar-se d'un rampell. Vaig tenir la sensació que aixecava les orelles com un gat mesquer, atreta pel parlar d'aquella dependentia jove i amb tant de talent publicitari.

— Ep! Ha dit ADN, oi? Hi hem d'entrar, Blai, entrem-hi.

Juntament amb un grup reduït de persones, ens van fer passar a l'interior d'un muntatge fet amb quatre pals i unes cortines negres. Al centre de l'espai hi havia una tauleta rodona, d'aquelles per posar-hi revistes, i al damunt hi reposava un televisor amb la pantalla il·luminada. Semblava ben bé un muntatge d'aquells de bruixes endevines que llegeixen les mans. Amb veu entretallada, la noia jove va repetir per últim cop que ens deixéssim endur per la màgia de la informació genètica i va prémer el *play* d'un comandament a distància. De cop i volta, de la veu d'un home que semblava voler-nos encantar, va començar a brollar un munt d'informació acompanyada d'un seguit d'imatges en moviment una mica borroses pel meu gust.

El fantàstic món dels àcids nucleics.

Gran part del què som és gràcies als àcids nucleics. Els àcids nucleics són els encarregats de transmetre la informació genètica de les cèl·lules. Apropin-se, doncs, al fantàstic món dels àcids nucleics.

(Mentre s'observa una estructura en 3D d'un àcid nucleic)

Els àcids nucleics són macromolècules d'elevat pes molecular.

— Què vol dir *macromolècules*? — va interrompre la veu d'una nena. La dependent va aturar el vídeo i la va fulminar amb la mirada.

— Maca, potser serà millor que deixem les preguntes pel final— i va pitjar el *play* de nou.

Una macromolècula és la unió d'una gran quantitat de monòmers— la dependent va fer cara d'èxit, de saber el que es feia. La nena seguia amb la mateixa cara de no entendre un rave—. *En aquest cas, els monòmers dels àcids nucleics són cinc de diferents i reben el nom de nucleòtids. Els nucleòtids s'enllacen covalentment per formar una llarga cadena de fins i tot més de 100 milions de nucleòtids.*

— Què vol dir que s'enllacen covalentment?— va interrompre la nena, altre cop. La dependent va tornar a aturar el vídeo. Va fer un silenci llarg, però pel moviment brownià que van començar a emetre les seves pupil·les, tots vam entendre que no tenia ni idea de què contestar-li.

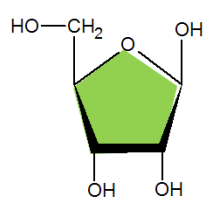
— Quan dues coses s'enllacen covalentment— la Llàcia, defensora de la feina ben feta, s'hi va posar pel mig— vol dir que un parell d'àtoms, unes peces molt petites de què estem fets tots i cadascun de nosaltres, comparteixen un parell d'electrons, un provinent de cada àtom, per tenir-ne un total de vuit; complir la regla de l'octet. Perquè m'entenguis. Tu ets un àtom, d'acord? I tens set pilotes de ping-pong. Jo sóc un altre àtom que també en té set. Per anar bé, per... estar contentes, necessitem tenir-ne vuit. Què fem? Jo en poso una al mig i tu en poses una altra, i les dues les compartim. Ara quantes en pots fer servir?

— Set meves i una teva. Vuit!— va contestar la nena, com si hagués descobert qui sap què. La Llàcia sí que en sabia... La dependent va saltar amb un somriure d'impaciència:

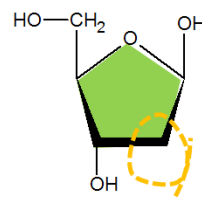
— Què, dubte resolt? Ja podem seguir veient el vídeo?

Els nucleòtids estan formats sempre pels mateixos constituents.

- *Un glúcid de cinc carbonis, és a dir, una **pentosa**. Es tractarà de la β -D-ribose en el cas de l'àcid **ribonucleic** (ARN) i de la 2'- β -D-desoxiribosa en el cas de l'àcid **desoxiribonucleic** (ADN).*

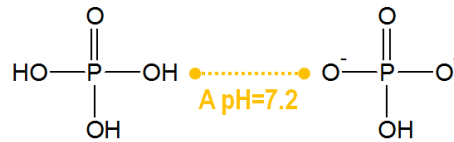


β -D-ribose



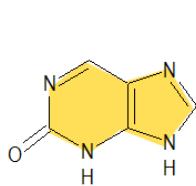
β -D-desoxiribosa

- Un o diversos **grups fosfat** (àcid ortofosfòric).

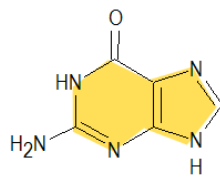


Àcid fosfòric

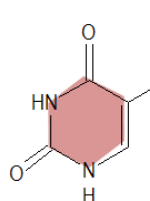
- Una **base nitrogenada**. Aquestes, són compostos heterocíclics nitrogenats, és a dir, compostos que contenen com a mínim un element diferent del carboni (**hetero-**) i en què els seus àtoms es troben enllaçats formant un cicle (**-cíclics**). Aquests heterocicles contenen dobles enllaços conjugats (un sí, un no) que els fa ser plans o gairebé. Existeixen dos tipus diferents de bases nitrogenades:
 - **BASES PÚRIQUES**: adenina i guanina.
 - **BASES PIRIMIDÍNiques**: citosina, timina i uracil.



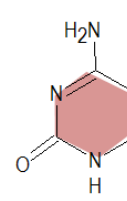
Adenina



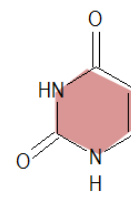
Guanina



Timina



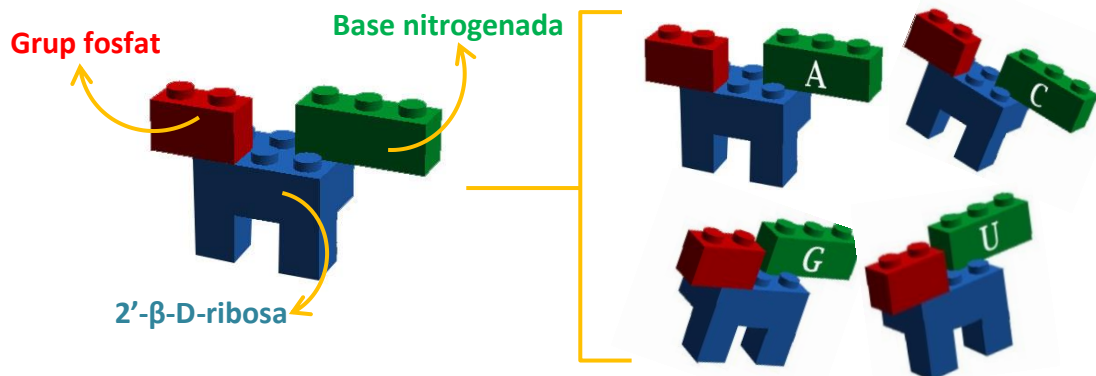
Citosina



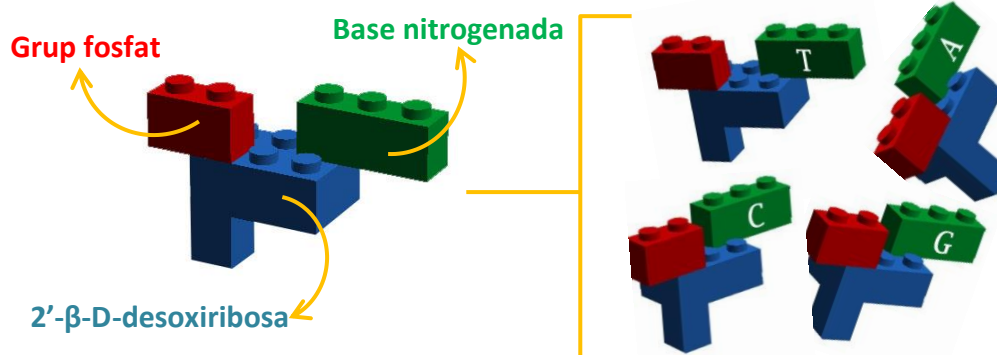
Uracil

— O sigui, nena— va tallar la Llúcia, aquest cop— això t'ho has de mirar com si fos una figura d'aquestes de *Legó* formada per tres peces— i va treure de la bossa unes quantes peces... la Llúcia i la seva butxaca màgica—. Una sempre és la mateixa, el grup fosfat (aquí **vermell**); l'altra, pot ser de

NUCLEÒTIDS DE L'ARN



NUCLEÒTIDS DE L'ADN

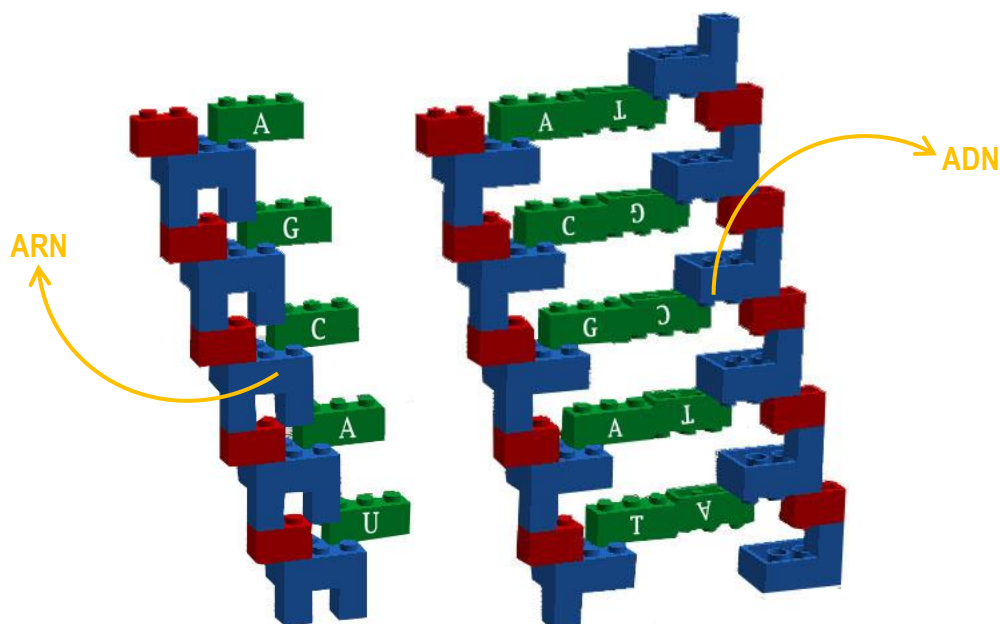


dos tipus, la pentosa (**blau**), i la tercera peça (**verd**) pots triar si duu enganxada una A, una G, una C, una T o una U. Una figureta amb les tres peces unides és un nucleòtid. Els nucleòtids tenen dos extrems; a l'extrem "vermell" li direm extrem 5' i a un -OH que penja de l'extrem "blau", li direm 3'. Si ara agafem dues figuretes de tres peces i les unim, ho faran enganxant-se (**enllaços fosfodièster**) les peces blaves amb les vermelles pels dos extrems. Si n'hi enganxem més anirem formant una cadena llarga, llarga, que **creix de 5' a 3'**. Això és un **polinucleòtid**, que vol dir "molts nucleòtids". Ara bé, seran nucleòtids amb un mateix tipus de sucre, però diferent tipus de bases nitrogenades; A, G, C, T o U— aleshores, es va adonar de la cara de pomes agres que feia la dependenta, i va fer-li un gest per deixar-la continuar. Aquesta, va prémer el play i va passar unes quantes seqüències del vídeo a càmera ràpida, fins que va deixar a la veu d'aquell home explicar-se una mica més.

Quan el glúcid present a les unitats del polinucleòtid és la ribosa i les bases nitrogenades, l'adenina, la guanina, la citosina, i l'uracil, parlem d'RNA. N'hi ha de tres tipus:

- **RNA missatger (mRNA)**, que codifica la seqüència d'aminoàcids de les proteïnes als ribosomes.
- **RNA de transferència (tRNA)**, que s'encarrega de transportar els aminoàcids. Cada aminoàcid té un tRNA associat.
- **RNA ribosòmic (rRNA)**, que forma gran part del ribosoma i facilita la traducció.
- **RNA viral**; el material genètic d'alguns virus.

*Si, en canvi, el glúcid és la desoxiribosa i les bases nitrogenades, A, G, C i T, parlem de l'ADN, el portador de la informació genètica. Es troba als cromosomes, associat a una proteïnes que reben el nom d'**histones**, al nucleoide dels procarïotes, als mitocondris i als cloroplasts dels organismes fotosintètics. En aquest cas, està format per dues cadenes de nucleòtids unides mitjançant les bases nitrogenades.*



— D'això me'n recordo jo. L'A d'una cadena s'uneix amb la T d'una altra. I la C amb la G. **A-T** o **T-A** i **C-G** o **G-C**, oi Llúcia?

— Ei, te'n recordes? Xoca aquests cinc!— I després de fer el paperina davant de tothom, vam seguir escoltant el senyor que, si fa no fa, havia dit el mateix que jo, em sembla.

Es tracta de dues cadenes complementàries perquè encaixen completament base a base. Són antiparal·leles perquè mentre que una va de 5' a 3', l'altra ho fa de 3' a 5', si ho observem cap un mateix sentit. Les bases s'uneixen mitjançant enllaços o ponts d'hidrogen. Les dues cadenes unides formen una estructura que es recargola formant una doble hèlix.

La Llúcia, durant tota aquesta estona, havia anat fent gests a la nena, mímica de teatre del bo, per anar-li fent entendre totes aquelles "paraules grosses" que ens fulminaven en format estèreo anaeròbic.

— Però... jo tinc una pregunta — va dir la nena, ja no dirigint-se a la noia del muntatge, sinó a la Llúcia— tot això de les peces i de les as, i les tes, i les ges... per què serveix?

Es va fer un silenci. Ella tenia tota la raó. De què servia que ens expliquessin com era l'ADN, una cosa tan i tant petita que no podem pas veure amb els nostres propis ulls, si ni tan sols ens deien on es trobava ni per a què servia? Probablement, la majoria dels que érem allà amb prou feines sabíem que els éssers vius estem formats de cèl·lules. I menys, es clar, que les cèl·lules estan formades de molècules, i que les molècules estan formades d'àtoms... i que...

— Quina pregunta tan intel·ligent, maca — la Llúcia la va fer posar vermella—. Mira. T'has preguntat mai de què estàs feta, tota tu?

— Doncs de mans, de peus, d'una panxa...

— Sí, és clar que sí! I creus que les teves mans, els teus peus, la teva panxa... estan fets d'alguna cosa? O creus que és el més petit que existeix en el teu cos?

— La mestra diu que el nostre cos es divideix en peces molt petites.

— I té raó. Tot el nostre cos està format d'unes peces molt petites, que són les cèl·lules. Les cèl·lules són la part més petita del nostre cos que, podem dir, té una vida pròpia. El nostre cos té molts tipus de cèl·lules, i aquests diferents tipus s'agrupen en teixits. Els teixits s'agrupen en òrgans, formant, per exemple, el cor. I els òrgans, en sistemes i aparells. Com ara, el sistema circulatori, que s'encarrega de dur la sang del cor a tot al cos, i del cos, al cor. Tots els éssers vius estem fets de cèl·lules. Uns, de cèl·lules eucariotes, com ara els animals i les plantes. I d'altres, de procariotes, com ara els bacteris.

— I com són les cèl·lules?

— Pots imaginar-te-les com un petit poble. Com que, per funcionar, en un poble s'hi ha de fer moltes activitats de manera ordenada... la cèl·lula, el poble, necessita compartiments i per això construeix edificis: els **orgànuls**. Cada edifici està destinat a fer una o varies coses imprescindibles perquè tots els habitants estiguin contents. Un d'aquests orgànuls és el **nucli**, que és segurament l'edifici més important de tots. No, no és l'ajuntament, no... És la biblioteca! A la biblioteca, al nucli,

s'hi guarden tots i cadascun dels llibres que expliquen la història del poble, la informació sobre cadascun dels ciutadans, dels edificis, de la geografia... A la biblioteca, els llibres duen escrites les instruccions per construir nous edificis, les receptes de cuina i els secrets per dur una bona vida. Seria molt fàcil, doncs, que si un ciutadà volgués fer, per exemple, un bon caldo de Nadal, agafés la bicicleta, anés a la biblioteca i s'endugués la recepta cap a casa. Però, hi ha un problema... I és que els llibres de la biblioteca només són de consulta, perquè així ens assegurem que tots els ciutadans, en qualsevol moment que ho desitgin, poden accedir a la informació i no hi ha llistes d'espera. A més que, si de tots aquests llibres només n'hi ha una còpia i la gent se'ls endú a casa, és molt fàcil que es facin malbé, que en perdem les pàgines! Imagina't si es perdés la informació que determina cap a quin costat del riu ha de fluir l'aigua... quin caos! Doncs l'únic remei, aleshores, si es vol una determinada informació, és fer-ne fotocòpies. Tantes com es vulguin i dels llibres que es vulguin. Aquestes còpies sí que se la poden endur on vulguin, els ciutadans, i fer-ne el que vulguin! Em segueixes? Doncs si m'has seguit, ara canvia el nom de llibres per DNA i el de fotocòpies, per RNA. I aquest procés de fer fotocòpies rep el nom de **transcripció**.

— I si tothom fa tantes còpies com vol... al final, no estarà tota la ciutat plena de còpies??

— Bona observació... Doncs no, perquè aquestes còpies que duen informació, per exemple, de com s'ha de construir la casa la senyora Maria, només serveix mentre es construeix la casa. Al llibre hi diu que s'hi posi un maó? Un maó és posat. Si ara diu que s'hi posi una rajola? Una rajola. Aquest procés, és la **traducció**. A les cèl·lules reals, l'RNA dóna informació per a "construir" les **proteïnes** diferents.

— Ah! Sembla una fàbrica, això, més que un poble!

— Doncs sí, la cèl·lula és com una fàbrica de producció en cadena... Pensa que s'hi ha de fer tantes coses perquè tot funcioni, que cal un control increïblement perfecte!

— Ostres...

I bé, després que la Llúcia acabés de debutar, per fi, vaig aconseguir escapolar-me d'aquell lloc. M'hi havia estat ben bé un parell d'hores!!! Quina compra tan llarga... Al pagar, però, vaig adonar-me que no havia omplert el carretó ni amb la meitat de coses que tenia apuntades a la llista..., quin cas! Però no, ni pensar-ho, jo no tornava enrere, a veure si em retindrien altre cop i la visita al súper s'allargaria un parell d'hores més!

Al sortir, vam anar a fer un cafè a la Llúcia. Li vaig explicar el que m'havia dit la metgessa... Possiblement, ella podria explicar-me què volia dir, el metge, amb això de cuidar-me més.

— Has d'investigar si ja menges prou bé o hauries de fer un canvi en la dieta... No ens n'adonem però, en realitat, som el que mengem. Ja saps de què està format el que menges i, en conseqüència, què necessites de tot això?

— Saber-ho, saber-ho... Ara mateix, després d'aquesta experiència al súper, tinc un empatx d'informació sobre tot això... Proteïnes, lípids... buff!! Em sembla que ho hauré de processar...

— Sí! Jo t'animo que no només ho processis i entenguis de què està fet, per exemple, un tall de carn, sinó que a més investiguis què li passa al teu cos quan t'alimentes i et nodreixes amb glúcids,

lípids, proteïnes... No et quedis amb el què, sinó que busca també el perquè! Veuràs que, si ho fas, començaràs a entendre què volia dir-te la metgessa...

Després d'acomiarar-nos i tornar cap a casa, vaig llançar-me al sofà, esgotat. Massa aprenentatges en un sol dia... De cop i volta, em van venir al cap aquelles llatinades de l'armari que eren a punt de caducar. Però amb tot allò que m'havien explicat, ja no sabia què era i què no el que havia de menjar. Semblava que ja no m'havia de ser igual amb què respondre al cos quan tenia gana, que a partir d'aleshores havia d'anar amb compte, amb molt de compte, com si tot el que jo era vingués donat per l'elecció d'allò amb què ompliria el plat.