

UN'ANTEPRIMA DELLA CELLULA

1.1 LE CARATTERISTICHE DELLA VITA

Questo file (Ppt Cap.1 e Cap.2) riguarda i primi due capitoli del libro Becker ed è un'introduzione alla cellula in generale e al significato di cellula *vivente*. Questo oggi viene dato per scontato, in quanto tutti sappiamo di esser formati da cellule, ma solo fino a duecento anni fa, tutto ciò era qualcosa di assolutamente ignoto. La teoria cellulare risale alla prima metà dell'Ottocento ed è strettamente connessa alla conquista tecnica di un microscopio che è stato in grado di ingrandire abbastanza dei tessuti (prima vegetali, poi le cellule del sangue) e di riuscire a vedere il piccolissimo, che a occhio nudo non riusciamo a vedere. Da questo momento in poi è stato possibile comprendere varie cose: le prime conquiste sono dell'Ottocento con Virchow, che affermò che tutte le cellule derivano da altre cellule. Prima ancora, Schleiden e Schwann, avevano compreso dell'esistenza di un'unità cellulare, che seppur diversissima nelle sue forme e nei vari organismi rimane una costante. Questa piccola cella è un mattone che compone gli organismi cellulari e ciascun mattone, ciascuna piccola cella, ha un'organizzazione estremamente complessa e straordinariamente efficiente. Quindi, le conquiste sono state molteplici, non solo relative alla struttura base degli organismi pluricellulari, ma anche riguardanti l'origine delle cellule. Parliamo di periodi dove c'era ancora del mascheramento sulla scienza ad opera della religione e del creazionismo che in un certo senso, oscurarono le conquiste scientifiche.

Comprendere che le cellule derivano da altre cellule, ha permesso di capire che la vita può propagarsi in autonomia, caratteristica propria della vita stessa. Da qui ci furono anche i primi barlumi di teoria evuzionistica: le cellule viventi e gli organismi viventi, derivano da altri organismi appartenenti alla generazione precedente. Gli organismi formati da tante cellule non solo hanno dei processi metabolici governati da enzimi, ma hanno anche un'altra importante caratteristica: il biochimismo che può essere regolato; quindi ogni cellula non è solo un laboratorio biochimico, ma un laboratorio biochimico controllato dal biochimismo stesso della cellula e di altre cellule in contatto con esse. Vedremo come tanti processi vitali sono essenzialmente delle reazioni biochimiche straordinariamente complesse e straordinariamente coordinate e controllate. Perché questo controllo possa avvenire, è necessaria l'esistenza di stimoli che eseguino questi controlli, quindi dei messaggi che vengano lanciati da cellule e a pari merito è necessario che le cellule siano dotate di strutture di ricezione di messaggi; quindi questo concetto della comunicazione è un altro elemento distintivo della vita che permette agli organismi di capire in che ambiente sono immersi, cosa accade nell'ambiente circostante e come si possa rispondere allo stimolo ambientale, in modo da crescere, svilupparsi, avere delle reazioni biochimiche che permettono la crescita, lo sviluppo e la riproduzione. Quest'ultima

ha varie sfaccettature: l'organismo unicellulare si riproduce per scissione, che non prevede una interazione con un altro individuo di sesso opposto, come accade per gli organismi pluricellulari; in ogni caso, sia la replicazione cellulare dell'organismo unicellulare, sia la ben più complessa replicazione degli organismi pluricellulari hanno bisogno di stimoli a cui rispondere; l'aspetto della comunicazione cellulare e della comunicazione tra organismi è di fondamentale importanza perché la vita possa andare avanti.

La riproduzione che permette una variabilità genetica più ampia è quella sessuata ed è grazie a questo tipo di riproduzione che il patrimonio genetico viene rimescolato in modo da generare degli individui diversi rispetto ai genitori. L'ultimo punto che si vede in elenco ("le popolazioni si evolvono e si adattano all'ambiente"), caratteristico anch'esso della vita, riguarda l'evoluzione: la differenza della nuova generazione, rispetto alla precedente, in virtù dell'assortimento del materiale genetico che è avvenuto attraverso la riproduzione sessuata; ciò permette di confrontare con l'ambiente degli individui nuovi, abbastanza simili ai genitori per mantenere la stessa specie, ma abbastanza diversi perché questo confronto con l'ambiente esterno avvii un processo di selezione naturale che porta il meno adatto all'ambiente a soccombere e il più adatto all'ambiente a sopravvivere. Il più adatto all'ambiente sarà l'individuo che, insieme ad un altro individuo, darà origine ad una progenie potenzialmente più adatta di quella che non è sopravvissuta nel processo di selezione naturale.



Per avere un'idea di quanto possono essere diverse le cellule di un organismo, qui ce ne sono alcuni esempi; anche all'interno di uno stesso organismo le cellule sono di dimensioni molto diverse, di forme molto diverse. qui vedete delle cellule del sangue, con linfociti T, delle cellule dendritiche, dei globuli rossi (c); degli spermatozoi (f) molto più piccoli della cellula uovo, una delle cellule più grandi, se non consideriamo le cellule neuronali.

1.2 BIOLOGIA CELLULARE

Lo studio della cellula può essere considerato come tripartito, cioè come un intreccio di tre branche fondamentali: la citologia, la biochimica e la genetica. La **citologia** è la

più antica perché è lo studio della cellula nella sua struttura, che si è avvalsa nel tempo di microscopi sempre più potenti che hanno permesso di vedere non solo dall'esterno, ma anche dall'interno. La grande conquista della citologia è la microscopia elettronica, che ha permesso di osservare strutture subcellulari più piccole dell'unità di un micron.

L'immagine mostra una cellula vegetale e una cellula animale; entrambe hanno un nucleo, dove è conservato il DNA e dove è localizzata l'informazione genetica, con un nucleolo e dei sistemi di membrane interne che avvolgono il nucleo. Il citoplasma è occupato da queste membrane intracellulari come il reticolo endoplasmatico liscio e rugoso, da molti mitocondri, che sono gli organuli nei quali avviene la sintesi ATP, le cosiddette centrali energetiche delle nostre cellule. Nelle cellule vegetali oltre ai mitocondri sono presenti i cloroplasti, che sono la sede della fotosintesi clorofilliana e un ingombrante vacuolo. Le strutture piccolissime, quelle dell'ordine dell'unità di micrometri, sono state viste solo dopo aver inventato e messo a punto il microscopio elettronico. Quindi ribosomi, microtubuli, microfilamenti, DNA, membrane, sono tutte strutture che sono

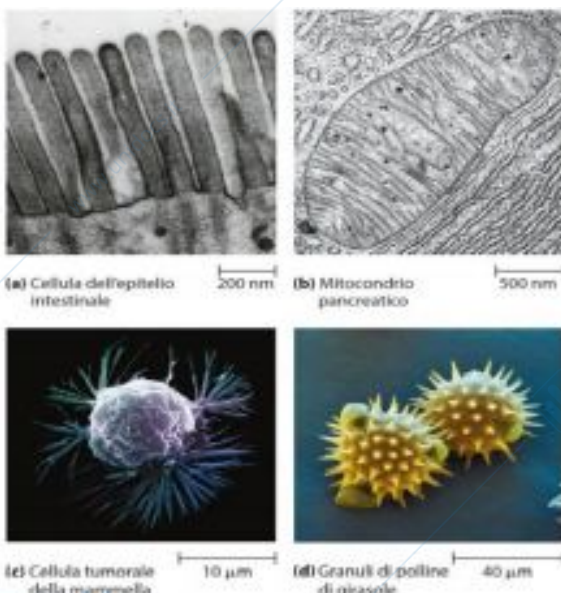
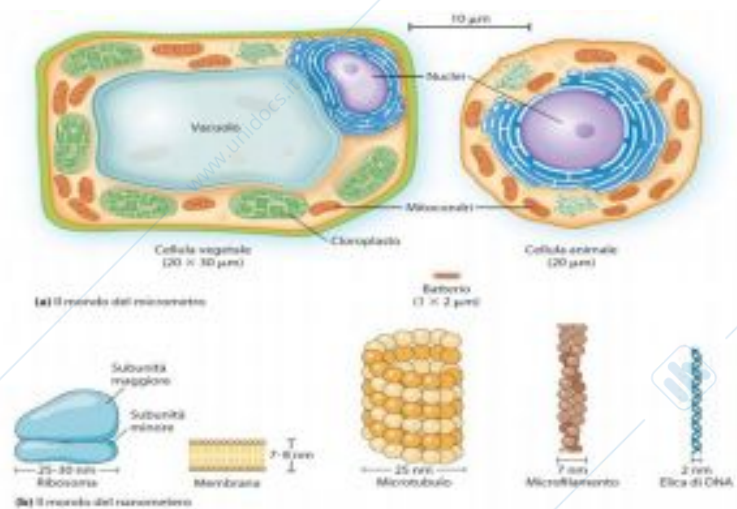


FIGURA 1.5 Microscopia elettronica. Per ottenere le immagini in (a) e (b) è stato usato il microscopio elettronico a trasmissione (TEM). Per ottenere le immagini in (c) e (d) è stato usato il microscopio elettronico a scansione (SEM, colori artificiali).

sotto, come dimensioni, al limite di risoluzione di un microscopio ottico, che permette di vedere strutture che sono non più piccole dell'unità di micron. Tutto ciò che riusciamo a vedere con un microscopio ottico, all'interno della cellula, sono i mitocondri. Altre strutture di dimensioni inferiori, come ad esempio i ribosomi, gli acidi nucleici, anche gli stessi virus, sono strutture che sono visibili solo con un microscopio elettronico, che ha un potere di risoluzione enormemente più elevato e che arriva anche a darci un'immagine delle tante macromolecole che sono presenti all'interno della cellula.

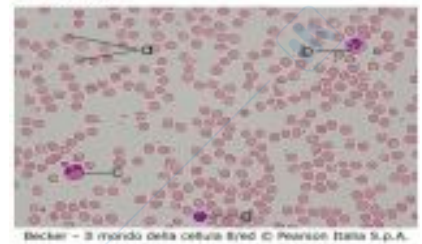
Perché il microscopio ottico non ci permette di vedere sotto i 200 nm?

Perché il microscopio ottico utilizza la luce per rimandare un'immagine di un oggetto osservato, quindi il limite del microscopio ottico è la lunghezza d'onda della luce visibile; sotto i 200 nm non è possibile utilizzare la luce visibile per ottenere un'immagine dell'oggetto osservato.

Tra i microscopi elettronici ci sono due principali tipi di microscopi: il microscopio a scansione e a trasmissione, che restituiscono delle immagini tridimensionali oppure in sezione; per certi tipi di osservazione sarà più comodo, opportuno, eseguire una sorta di sezione dell'oggetto da osservare. Grazie a questa microscopia elettronica a trasmissione, è possibile osservare un mitocondrio (b) con le creste mitocondriali, il reticolo endoplasmatico rugoso con tutti i ribosomi e osservare la cellula dell'epitelio intestinale (a) con i microvilli, con queste strutture digitiformi. In altre circostanze sarà più opportuno ed utile avere un'immagine tridimensionale data dal microscopio elettronico a scansione.

Il microscopio ottico permette di avere immagini con minore rapporto di ingrandimento e delle immagini che spesso vengono colorate, ciò significa che il campione che viene osservato non viene messo tale e quale sotto la lente del microscopio, ma viene prima trattato con dei coloranti; quindi la microscopia ottica è ancora oggi estremamente utile e ampiamente utilizzata, anche perché con opportuni coloranti è possibile distinguere delle strutture interne delle cellule.

Sangue umano osservato al microscopio ottico:
a - globuli rossi;
b - granulocita neutrofilo;
c - granulocita eosinofilo;
d - linfocita.



Becker - Il mondo della cellula, Bred. © Pearson Italia S.p.A.

Oltre alla citologia, anche la **biochimica** ha dato un contributo enorme, questa si è sviluppata grazie alla messa a punto tecnica di procedure di centrifugazione ed elettroforesi. Cosa significa questo? Significa che gli organuli e le strutture interne delle cellule che oggi conosciamo bene, ma che un tempo erano ignote, sono state studiate perché, lisata la membrana cellulare, disgregato l'involucro esterno della cellula e risospesi gli organuli interni in una sostanza densa, ad esempio con gradiente di saccarosio, è stato possibile con centrifugazioni ripetute a velocità diverse, separare nella provetta le strutture più dense da quelle meno dense e quindi frazionarie per densità gli organuli cellulari interni. Allora, la citologia, con l'osservazione al microscopio, ci permettere di vedere gli organuli in una struttura integra e mischiati fra di loro; la biochimica ci permette di frazionare questi organuli interni e quindi recuperarli e studiarli con tecniche che oggi sono anche di biologia molecolare. Questa possibilità di frazionamento è di importanza fondamentale perché significa poter separare un organulo, che sulla struttura cellulare è mischiato ad altri organuli,

ma che per essere studiato è necessario poter estrarre. Questo processo di separazione è possibile anche per mezzo della cromatografia e dell'elettroforesi, altre tecniche che nel mondo della biologia molecolare sono molto utilizzate, tramite l'utilizzo di solventi diversi oppure con l'utilizzo di campi elettrici che fanno migrare il DNA verso il polo positivo in una struttura gelatinosa utilizzata all'occorrenza, permettendo di separare le strutture. In conclusione, la biochimica separa le strutture cellulari o addirittura molecolari per poterle studiare separatamente dal resto della cellula e capire ovviamente, cosa quelle strutture fanno nel resto della cellula.

L'ultima branca è quella della **genetica**, che si è sviluppata in modo consapevole, dopo la scoperta del DNA nel Novecento, grazie a Watson e Crick, ma che ha le sue radici già in tempi precedenti perché Mendel pur non sapendo nulla di struttura di DNA, aveva capito, con i suoi studi meticolosi, che c'è un'informazione che può essere tramandata di generazione in generazione e come l'ereditarietà dei caratteri abbia delle leggi ben precise. Sicuramente da quando si è capito che struttura ha il DNA e quali sono le modalità di decodifica del codice che esso contiene, la genetica ha avuto un enorme sviluppo. In particolare, considerando una cellula eucariotica, il DNA localizzato all'interno del nucleo, avvia un flusso di informazione genetica all'interno della cellula, che attraverso la trascrizione di DNA in RNA all'interno del nucleo, porta alla fuoriuscita dell'RNA dal nucleo nel citoplasma; la sintesi delle proteine sulla base dell'informazione trascritta nell'mRNA permette di produrre le proteine. Quindi cosa fa il DNA? In modo divulgativo e molto concettuale: il DNA conserva l'informazione genetica per poter produrre le proteine, le macromolecole attive all'interno della cellula. Il DNA "non fa molto", conserva l'informazione genetica perché venga letta, trascritta, tradotta, sono poi le proteine che fanno tutto; le proteine sono gli enzimi, sono le strutture della cellula, le colonne portanti citoscheletriche, sono messaggeri, recettori. Il DNA dice come queste proteine devono essere fatte, è un libretto di istruzione sulla base del quale vengono prodotte. Quando la cellula si appresta a dividersi, il DNA duplicandosi fornisce alle cellule figlie questo famoso libretto di istruzione che serve per la loro vita. Questo in termini molto concettuali, divulgativi è il flusso dell'informazione genetica in una cellula che dal DNA arriva alle proteine. Quello che serve di questo primo capitolo è avere un'idea delle dimensioni di una cellula, cioè sapere che una cellula eucariotica ha delle dimensioni dell'ordine delle decine di micron; sapere che il microscopio ottico arriva a vedere fino ai mitocondri e non oltre; i concetti fondamentali relativi alle caratteristiche della vita: ciò che distingue l'organismo vivente da uno non vivente.

1.3 L'IMPORTANZA DEL CARBONIO

Il **carbonio** è un elemento molto importante al punto che è proprio sulla chimica del carbonio che eseguiamo una distinzione tra composti organici e composti inorganici, ossia compatibili con la vita e composti che non lo siano. Il carbonio è un elemento

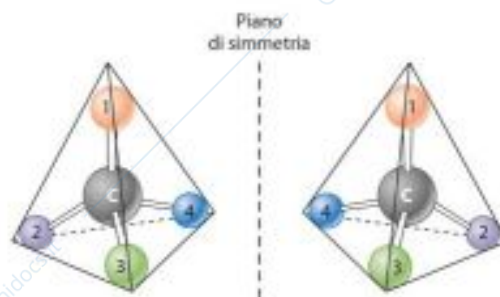
molto duttile perché in virtù della sua configurazione elettronica può formare degli orbitali ibridi ed essere capace di formare legami singoli, doppi, tripli e legare non solo con altri atomi di carbonio, cosa che avviene nelle macromolecole biologiche, ma anche con altri elementi come ossigeno, azoto e fosforo; le possibilità del carbonio di combinarsi sono veramente tante e anche la forma che gli orbitali del carbonio assumono è diversa per il tipo di legame o meglio, a seconda degli orbitali ibridi che si formano e che quindi permettono alcuni legami meglio che altri. I concetti fondamentali di chimica da tenere presenti sono la forza del legame singolo, doppio, triplo che è crescente e che laddove si formano i legami carbonio-carbonio, la struttura stessa del legame che si forma è piuttosto stabile cioè non altamente reattiva, ciò significa anche che nel tempo una certa struttura può essere conservata; la stabilità del carbonio è importante perché vuol dire che le macromolecole biologiche hanno una struttura permanente; le macromolecole in cui il carbonio è abbondante e forma legami con altri atomi di carbonio, sono la classe degli idrocarburi che possono formare acidi grassi, con delle lunghe catene di carbonio legate tra di loro e legate ad atomi di idrogeno; gli idrocarburi possono anche formare strutture importantissime per la cellula e per l'organismo pluricellulare, strutture macromolecolari idrofobiche, ossia non solubili in acqua.

La vita sulla terra si è sviluppata nell'acqua, ma perché sia stato possibile avere un primo "comparto" (cellula primordiale) in questo grande ambiente acquoso è stato necessario delimitare questo comparto. È da mettere in chiaro che le sostanze idrofobiche servono alla cellula per delimitare un settore che lo isoli dall'ambiente acquoso circostante. Quindi non cadiamo nell'errore facile di pensare la vita si sia evoluta nell'acqua. Le macromolecole idrofobiche servono per delimitare un comparto dall'ambiente acquoso, le molecole insolubili in acqua creano una barriera e delimitano il nostro settore. Esempi sono la membrana plasmatica o i trigliceridi, abbondantemente presenti nelle cellule del tessuto adiposo, macromolecole di scorta energetica. È importante capire la differenza tra idrosolubile e liposolubile e capire la chimica dei composti organici, presenti nelle nostre cellule. Il carbonio si lega con altri atomi di carbonio e con atomi di idrogeno, ciò costituisce lo scheletro delle molecole biologiche, ma non si tratta solo di atomi di carbonio e idrogeno; il carbonio lega facilmente anche altri atomi: zolfo, ossigeno, azoto, fosforo, quest'ultimi sono degli atomi che ritroviamo in grande abbondanza in alcune macromolecole fondamentali di cui ci occuperemo. L'elettronegatività di questi atomi diversa da quella di carbonio e idrogeno permette di creare un dipolo elettrico. Quando questi atomi ad elettronegatività diversa si legano al carbonio attraggono, a seconda dell'elettronegatività di ciascuno di essi, la nube di elettroni su di sé creando un dipolo elettrico.

ACCENNO AI GRUPPI FUNZIONALI: I gruppi amminici e gruppi carbossilici

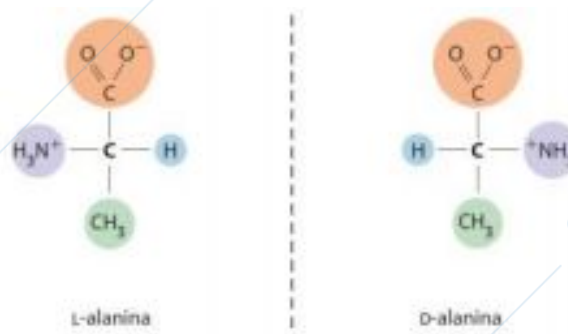
sono presenti negli amminoacidi, il gruppo fosfato è presente negli acidi nucleici e altri gruppi come OH (gruppo ossidrilico), SH (gruppo solfidrilico), il Carbonilico, l'Aldeidico li ritroviamo in diverse molecole biologiche.

Adesso continuiamo ad occuparci del carbonio; consideriamo la condizione del carbonio in cui gli orbitali ibridi formati dall'elemento, sono in numero più elevato possibile tanto da avere degli orbitali sp^3 , ciò vuol dire che tutti e quattro gli elettroni dei livelli energetici esterni sono disponibili per formare un legame e nell'ibridarsi formano quattro orbitali ibridi diversi da p che si dispongono nello spazio secondo i vertici di un tetraedro.



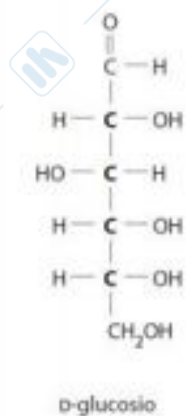
Abbiamo dunque l'immagine del carbonio che è tetraivalente e può legare quattro diversi gruppi funzionali. Questo è quello che accade negli amminoacidi in cui dei quattro legami disponibili due sono impegnati con gruppo amminico e gruppo carbossilico, uno con l'idrogeno e l'altro con il gruppo funzionale tipico degli amminoacidi.

Parlando di stereoisomeria, gli stereoisomeri rappresentano la possibilità di avere di fatto molecole diverse a seconda di come i gruppi funzionali degli atomi sono legati al carbonio tetraedrico. Le molecole possono essere stereoisomeri diversi perché considerando, ad esempio un amminoacido come la L-alanina e la D-alanina, le loro immagini non possono essere sovrapposte l'una sull'altra, quindi sono di fatto diverse, sono due molecole speculari. Siccome nello spazio i gruppi sono disposti in modo diverso queste molecole saranno assolutamente diverse e non riusciranno ad entrare nel sito catalitico dell'enzima che ospita una certa forma.



Iniziamo anche a pensare che due molecole biologiche possono essere diverse pur avendo la stessa formula bruta, pur avendo lo stesso numero di atomi e di gruppi funzionali, ma in base a come sono legati quest'ultimi a un centro chirale, ossia del carbonio tetraedrico di cui stiamo parlando, queste molecole per certe strutture

biologiche risultano diverse. In biologia la forma è importantissima, caratterizza una molecola molto più di quanto potrebbe fare una formula bruta che scriviamo o anche la denominazione che diamo. Esistono dunque amminoacidi diversi, pur essendoci due alanine, zuccheri diversi come il caso del glucosio qui rappresentato, in cui sono presenti atomi di carbonio legati a quattro gruppi funzionali differenti.



1.4 L'ACQUA

Nella molecola d'acqua i due atomi di idrogeno non sono legati all'ossigeno in modo da dare una molecola lineare, ma piuttosto una molecola a forma di V che appare di fatto planare, ma questa planarità è come se fosse un pezzo del tetraedro che è dato dalla presenza di due coppie di elettroni, i cosiddetti lone pair, della configurazione elettronica dell'ossigeno, che obbligano i due atomi di idrogeno ad una posizione simile a quella che avrebbero a due dei quattro vertici del tetraedro, simile perché in realtà l'angolo formato tra i legami semplici ossigeno-idrogeno è un po' più stretto (104,5°) di quello che si avrebbe in un tetraedro, questo è dovuto per la presenza dei lone pair dell'ossigeno che spingono con la loro carica elettrica gli atomi di idrogeno e li chiudono un po'.

Nella molecola d'acqua sull'atomo di ossigeno c'è un δ^- , mentre sugli atomi di idrogeno troviamo un δ^+ . Queste indicazioni mettono in rilievo l'elettronegatività delle due diverse specie atomiche. L'ossigeno è più elettronegativo e quindi attrae verso di sé parte della nuvola elettronica del legame covalente tra idrogeno e ossigeno, attrae elettroni su di sé dal legame semplice. In più quel δ^- è dovuto in gran parte alla presenza dei doppietti elettronici liberi

L'IMPORTANZA DELL'ACQUA

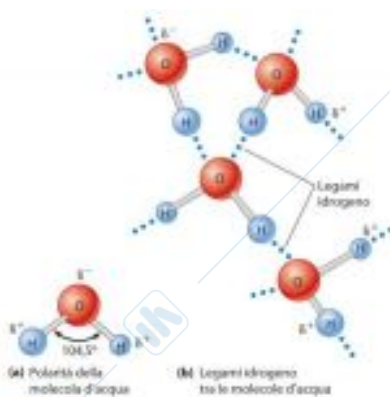
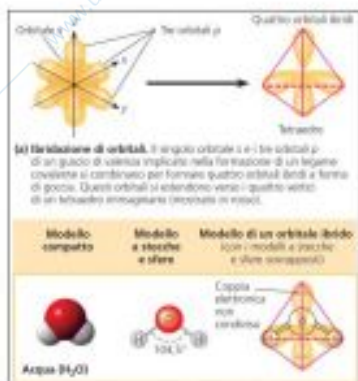


FIGURA 2.8 Legami idrogeno tra le molecole d'acqua.
 (a) La molecola dell'acqua risulta polare a causa della sua distribuzione asimmetrica delle cariche, in parte dovuta all'elevata elettronegatività dell'atomo di ossigeno. L'atomo di ossigeno porta una parziale carica negativa (δ^-) e ciascuno dei due atomi d'idrogeno possiede una parziale carica positiva (δ^+). (b) L'elevato numero di contatti fra le molecole d'acqua, allo stato sia liquido sia solido, è determinato dai legami idrogeno (linee blu punteggiate).

dell'ossigeno. Questa molecola d'acqua può essere rappresentata con le mani: consideriamo il pollice e il mignolo come le due direzioni lungo il quale si forma il legame con l'idrogeno e una sorta di calamita in corrispondenza del polso che ha il δ^-

quindi il polo negativo e in corrispondenza della punta delle dita il polo positivo. La conseguenza è che come una calamita, questa molecola interagisce con altre molecole di acqua. Il δ^+ localizzato sugli atomi di idrogeno stabilisce un'interazione con il δ^- dell'ossigeno di altre molecole, formando un vero e proprio reticolo; questo stabilire interazioni non è altro che il legame ad idrogeno che si forma tra idrogeno e atomi molto elettronegativi come ad esempio l'ossigeno, ma non soltanto; quindi serve un lone pair per formare un legame ad idrogeno e naturalmente l'idrogeno di un'altra molecola. L'esistenza del legame ad idrogeno è responsabile di molte delle caratteristiche dell'acqua come la formazione di un reticolo nell'acqua allo stato solido in cui si formano tanti legami ad idrogeno e un reticolo quasi cristallino che ingloba minuscole bolle di aria le quali rendono il ghiaccio capace di galleggiare sull'acqua, capacità che deriva da una bassa densità di questa struttura che viene a formarsi. Il legame ad idrogeno è responsabile anche della tensione superficiale dell'acqua, infatti alcuni insetti riescono a camminare sulla superficie del liquido e rimanere a galla. Il legame ad idrogeno è anche responsabile delle proprietà di coesione ed adesione. Per coesione si intende la capacità di due o più molecole di acqua di aderire tra loro formando questo reticolo mobile allo stato liquido. L'adesione è "l'appiccicarsi" delle molecole d'acqua ad altre superfici come avviene nei vasi delle piante, vasi che sono presenti dalle radici, al tronco, ai rami fino alle foglie. Questa serie di canali permette alle piante di avere un flusso d'acqua e di sostanze in essa disciolte che appunto, per capillarità ha una direzionalità che va dalle radici fino alle foglie.

Il processo: a livello della foglia l'acqua evapora dai pori e quindi esce da questo sistema di canali. Durante la fuoriuscita si tira dietro una catena lunghissima e complessa di molecole d'acqua coese tra di loro e legate per mezzo di legami ad H che aderiscono all'interno dei vasi linfatici e di molti vasi che costituiscono le strutture complesse che vanno dalle radici fino alle foglie. Le molecole che escono dai pori delle foglie tirano una corda di molecole di acqua che scorre dalle foglie, dai rami, dai tronchi, dalle radici assorbendo in questo modo acqua dal suolo. Questo è l'effetto di capillarità che si verifica all'interno di piante anche altissime come le sequoie che hanno un percorso di acqua di centinaia di metri. Altre caratteristiche dell'acqua che influenzano la struttura e la funzionalità cellulare sono il legame ad idrogeno che conferisce all'acqua un'elevata capacità di stabilizzare la temperatura. Quando viene fornito calore ad una massa d'acqua,



Figura 3.3 Trasporto dell'acqua nelle piante. L'evaporazione dalle foglie permette la salita dell'acqua dalle radici verso l'alto attraverso cellule conduttrici dell'acqua. Grazie alle proprietà della coesione e dell'adesione, anche l'albero più alto può far salire la colonna di acqua fino a oltre 100 m, che corrisponde a circa un quarto dell'altezza dell'Empire State Building a New York City.

questo calore è responsabile di un' aumentata agitazione termica, responsabile anche di una sorta di "attacca e stacca" del legame che si stabilisce tra una molecola d'acqua e un'altra, ma questa coppia "attacca e stacca" non è una coppia fissa di molecole di acqua, ma le coppie si scambiano.

Il calore che forniamo, prima ancora che di essere utilizzato per innescare il processo di evaporazione, è utilizzato per rompere legami ad idrogeno. Mentre alcuni si rompono, altri si formano e quindi il calore non viene utilizzato in prima battuta per promuovere le evaporazioni di molecole di acqua, ma piuttosto per fare questo gioco di attacca e stacca di legami ad idrogeno. La conseguenza è che l'acqua ha un'elevata capacità termica, quindi immagazzina calore con questo processo e questo nei sistemi biologici è una sorta di tampone, ossia assorbe il calore che viene prodotto da reazioni biochimiche, le quali rischierebbero di far aumentare la temperatura della cellula che invece deve rimanere costante. La capacità termica è un elemento di fondamentale importanza per mantenere l'isotermia del sistema cellulare. Inoltre questa elevata capacità termica ha come conseguenza che il punto di ebollizione e di fusione sia elevato perché non c'è subito questo cambiamento di stato, ma piuttosto un movimento interno nella rete del legame ad H. Ultimo punto è l'elevato calore di evaporazione che ha la...(1.05.00 mancanza di registrazione).

L'acqua è anche un eccellente solvente perché grazie alla presenza del dipolo elettrico può solvatare, cioè rivestire con una sorta di calotta di solvente, molecole o ioni che devono essere portati in soluzione. Prendendo come esempio Na^+ e Cl^- , disponendosi in modo diverso, l'acqua può solubilizzare entrambi rispettivamente interagendo con il δ^- dell'ossigeno e solubilizzare il sodio e il δ^+ dell'idrogeno e solubilizzare il cloruro. Ciò non vale solo per gli ioni, ma vale anche per le tante molecole biologiche che hanno dei gruppi funzionali con un dipolo positivo o negativo o addirittura una carica netta.

