

**Convegno:
Uomo, albero e città. Aspetti biologici e tecnici per una corretta
gestione dell'albero in città.**

San Pietro in Casale (Bo) 29 gennaio 2003.

**L'albero come entità biologica.
Pierre RAIMBAULT**

Quando studiamo la natura, l'antropomorfismo è il nostro principale difetto, la nostra principale fonte d'errore. In particolare, la nostra condizione di esseri umani appartenenti al mondo animale ci porta a considerare le piante prendendo come riferimento gli animali. In questa sede, intendiamo mostrare l'originalità del mondo vegetale, di cui gli alberi sono probabilmente l'espressione più rappresentativa, analizzando gli alberi a partire dal raffronto con il mondo animale. La conquista dell'autotrofismo da parte dei vegetali è molto probabilmente all'origine delle differenze fondamentali che hanno progressivamente distinto il mondo animale da quello vegetale, come ad esempio, la bipolarità, l'estrema sensibilità ai parametri climatici e un'organizzazione modulare della crescita che prende in considerazione in maniera del tutto particolare la scale temporale e spaziale. E' proprio questa organizzazione biologica di cui dobbiamo tener conto nella gestione quotidiana dell'albero.

1. - Autotrofismo

I vegetali si sono sviluppati solo nel momento in cui delle cellule hanno captato dei batteri fotosintetici - che si sono progressivamente trasformati in cloroplasti - avendo stabilito con essi dei legami simbiotici piuttosto che ucciderli. Ciò ha loro permesso di diventare autotrofi, ossia di dipendere solo da elementi minerali per vivere. Le cellule che hanno continuato a divorare tali batteri sono restate eterotrofe, ossia dipendenti da altri esseri viventi per la loro sopravvivenza.

Tale capacità di fotosintesi è stata talmente importante in certi momenti della storia della terra che gli zuccheri prodotti in eccesso, invece di andare dispersi, sono stati utilizzati e organizzati per costituire una parete rigida intorno alla cellula.

2. - Immobilità

Tale rigidità cellulare ha rapidamente portato all'immobilità dell'intero organismo. Ma tale scheletro cellulare gli ha peraltro conferito una resistenza meccanica permettendogli di raggiungere delle grandi dimensioni, facendo sì che tale immobilità fosse compensata dalla bipolarità.

3. - Bipolarità

Gli animali mobili e predatori hanno rapidamente acquisito un ciclo alimentare unidirezionale, in senso inverso alla locomozione. Al contrario, le piante, essendo immobili, hanno sviluppato un sistema originale di doppia circolazione della linfa, che ha loro permesso di assorbire l'acqua e i sali minerali dal suolo ad un'estremità e di fabbricare dello zucchero nelle parti aeree all'altra estremità. Le radici, ad un polo, e

le foglie, all'altro, si sono progressivamente differenziate per assolvere a queste due funzioni, mentre il fusto era preposto alla doppia conduzione della linfa. Ad ogni polo si è organizzata una crescita indipendente, mentre innumerevoli funzioni complementari assicurate dalla parte radicale e dalla parte aerea si sono rapidamente sviluppate a partire da tale struttura, come, ad esempio, la sintesi delle auxine d'origine caulescente e quella delle citochinine d'origine radicale, complementari alla morfogenesi della pianta.

4. - **Sensibilità al clima**

La mobilità degli animali ha permesso loro di sfuggire, almeno in parte, alle avversità climatiche sviluppando o una strategia d'isolamento dal clima, come ad esempio epidermide spessa, fanere (scaglie, peli, piume), omeotermia, interiorizzazione delle superfici di scambio (polmoni), oppure una strategia di fuga: riparo, ibernazione, migrazione.

D'altra parte, i vegetali immobili si sono impegnati nella direzione opposta: esteriorizzazione e moltiplicazione all'estremo delle superfici di scambio, grazie a un'epidermide allo stesso tempo impermeabile alle corte lunghezze d'onda distruttrici della materia vivente (cuticola), ma permeabile agli scambi gassosi (stomi), misurazione estremamente raffinata dei parametri climatici e sottomissione della biologia alle variazioni ambientali. I limiti all'introduzione di nuove piante sono quasi sempre d'origine climatica.

Il fotoperiodismo, ad esempio l'induzione floreale dovuta alla presenza di giorni corti, e il termoperiodismo, ad esempio la necessità del freddo per l'allungamento del gambo nelle piante biennali, sono alcuni degli esempi più noti di adattamento al clima.

Ma gli alberi hanno sviluppato una sensibilità ancora maggiore: utilizzano, infatti, le variazioni climatiche annuali per anticipare le condizioni sfavorevoli e modificare di conseguenza le loro modalità di crescita. Prima del giorno dedicato a San Giovanni, in giugno, la crescita dei fusti avviene essenzialmente in lunghezza e dipende dalla temperatura e dall'umidità. Dopo il giorno di San Giovanni, sin dalle prime settimane, l'albero ha già percepito la diminuzione della lunghezza delle giornate, benché ancora minima in questo periodo caratterizzato da lunghe giornate. Questo segnale è sufficiente perché la crescita diventi indipendente dal clima e si orienti verso la lignificazione. Alla fine dell'estate, l'albero percepisce l'accorciamento delle giornate, la riduzione dell'intensità luminosa e della temperatura media; ecco che diventa allora più esigente che in giugno, in termini di temperatura e luce, affinché la crescita possa perdurare. Quando il livello di esigenza crescente supera il livello decrescente dei parametri climatici, l'albero cessa la sua crescita ed entra in quiescenza dopo essersi eventualmente spogliato delle sue foglie. Bisogna notare che la parte aerea esposta al clima è quiescente, mentre le radici continuano a funzionare finché il clima lo permette. Nel caso delle colture in vaso, i danni per gelate avvengono prima a livello radicale che nella parte aerea. Per uscire dal riposo vegetativo, la pianta deve prima registrare il subentro delle basse temperature all'inizio dell'inverno per poi registrare le temperature più elevate alla fine dell'inverno ed è solo dopo che questo doppio blocco è stato tolto che potrà avvenire la germogliazione. Ciò serve ad evitare che la pianta riprenda la crescita in pieno inverno in caso di periodi insolitamente miti.

5.- Organizzazione modulare

Nel corso dell'evoluzione, gli animali hanno diminuito il numero di metameri, fino a un numero molto ridotto e costante. Gli organi sono in numero molto limitato, ma ben diversificati e organizzati in sistemi complessi (apparato respiratorio, sanguigno, digestivo, nervoso, ecc ...). Lo stato embrionale delle cellule scompare rapidamente per riapparire soltanto alla maturità sessuale esclusivamente localizzato nei tessuti riproduttivi.

Al contrario, le piante hanno ridotto a tre i tipi di organi: fusto, radici e foglie, moltiplicandone, però, il numero, fino ad arrivare a milioni per un solo albero. L'orientamento della morfogenesi della pianta da un numero determinato verso un numero indeterminato di organi ha luogo a partire dal seme o dalla giovane plantula, nel momento in cui un complesso di geni entra in funzione per preservare indefinitamente lo stato embrionale di alcune cellule pur, allo stesso tempo, limitandolo rigorosamente a delle aree chiamate meristemi.

A differenza del tessuto riproduttivo animale, i meristemi sono preposti alla costruzione vegetativa della pianta, ma solo alcuni di essi daranno luogo a fiori. Questa permanenza embrionale del meristema, fino alla sua morte, pone la pianta in una categoria ontogenetica diversa da quella degli animali: in altre parole, una talea sana può trasformarsi in un albero, che si svilupperà passando attraverso tutte le fasi di crescita della vita di un albero nato da un seme, mentre, almeno finora, gli animali clonati daranno luogo a degli individui che avranno l'età della madre al momento del prelievo della cellula.

Dunque, il meristema è lo spazio embrionale che dura tutta la vita della pianta. Vi sono tanti meristemi quanti fusti e radici: ovunque vi sono dei tessuti embrionali che esisteranno fino alla morte della pianta.

Ma questa organizzazione modulare ha richiesto una determinata configurazione nel tempo e nello spazio: la crescita per cicli e la gerarchizzazione dei moduli. Ad esempio, la crescita di un fusto richiede l'inibizione delle gemme ascellari da parte dell'apice in crescita (dominanza apicale). L'anno successivo, il ramoscello terminale ed eventualmente i ramoscelli subterminali si svilupperanno a scapito delle gemme sottostanti (acrotonia). A livello dell'albero, i rami superiori si svilupperanno a scapito dei rami inferiori (controllo apicale).

6.- Crescita indefinita, forma e dimensioni indeterminate

La limitazione del numero di organi e la mobilità hanno imposto agli animali delle forme determinate, dai contorni precisi: l'involucro di un animale è costituito dall'epidermide, dalla pelle; nel caso degli animali superiori, le dimensioni dell'individuo adulto sono facilmente prevedibili.

Al contrario, i vegetali hanno una **crescita indeterminata**, benché esistano delle regole di ramificazione, non si conoscono anticipatamente né il numero dei rami, né le dimensioni, né la forma definitiva di un albero.

Ma la cosa più difficile da capire è che nel caso di un albero non vi sono né dimensioni definitive né forme definitive. Il contorno di un albero è un involucro fittizio verso cui tende senza mai raggiungerlo, continuando a ramificare indefinitamente. Alla stessa stregua la sua forma cambierà profondamente fino alla sua scomparsa.

Ma quali sono gli elementi che si possono ben definire nella forma e nello sviluppo di un albero? Attualmente si possono definire tre costanti di forma e di stato.

Una **costante architettonica** legata alla specie e alle condizioni ambientali. Una specie botanica è riconoscibile non solo dalla forma delle foglie e dei fiori, ma anche dalla sua modalità di crescita, di ramificazione, dalla posizione dei fiori, in altre parole dal suo modello architettonico. Nel corso dello sviluppo, un albero produce tutta una serie di fronde ben precise, che vengono definite come unità architettonica. Infine, duplica all'infinito tale unità architettonica. Si tratta del fenomeno della reiterazione, le cui modalità sono strettamente caratteristiche della specie.

Una **costante morfofisiologica** legata all'età della pianta e alla successione delle condizioni ambientali a cui è stata sottoposta. In un albero giovane, la gerarchizzazione degli assi è molto accentuata. Reprime una gran quantità di assi secondari per favorire solo la crescita in altezza e lo sviluppo delle estremità dei rami superiori. Successivamente l'albero selezionerà molto meno i suoi assi, sviluppandosi in tutte le direzioni e tendendo verso la massima estensione. In una terza tappa, l'albero si organizzerà nella durata rinnovando i rami che selezionerà a questo punto a posteriori. Infine, la congiunzione di dimensioni eccessive e di periodi climatici sfavorevoli obbligheranno l'albero a ridurre progressivamente o brutalmente il suo volume. Eventualmente, la capacità straordinaria dei meristemi e del cambio a rigenerare degli organi e dei tessuti giovani permetterà alla pianta di compiere un nuovo ciclo, una nuova vita.

Infine, una **costante matematica** di dimensioni e di forma. Nel corso del suo sviluppo, l'albero obbedisce rigorosamente a dei rapporti di lunghezza e di numero di ramificazioni, la cui combinazione è una costante, la dimensione frattale, che dipende dalla specie e dalle condizioni ambientali. Ciò significa che le leggi biologiche di crescita, di ramificazione e di mortalità degli assi sono organizzate globalmente secondo delle leggi fisiche e matematiche che globalizzano l'azione dei fenomeni biologici di cui non siamo ancora a conoscenza. Una caratteristica fondamentale delle strutture frattali è l'autosomiglianza, ossia la struttura di una ramificazione definitiva è identica alla ramificazione di un ramo secondario, a quella di un ramo principale e a quella dell'albero intero. Grazie a tali strutture così fissate, la foglia e la ramificazione definitiva di un eucalipto restano identiche a prescindere

dalle dimensioni dell'intero albero e non superano quelle del modesto lillà, mentre l'occhio e la bocca della balena sono proporzionali alla sua dimensione. La struttura frattale permette di respingere i limiti del gigantismo.

7.- Tempo, invecchiamento e ripetizione del ciclo.

Negli animali, il tempo cronologico, l'età ontogenetica e l'invecchiamento fisiologico sono tutti fattori strettamente legati fra loro. Al contrario, nell'albero sono dissociati. Una quercia del sottobosco può vegetare per due o tre decenni prima di morire di vecchiaia, anche se ha raggiunto l'altezza di appena un metro, mentre la quercia dominante che la sovrasta ha nel frattempo raggiunto settant'anni di età e venti metri di altezza, continuando ad essere ancora fisiologicamente giovane. Tale dissociazione nei parametri di sviluppo è legata alla natura embrionale dei meristemi calulescenti e alla stimolazione del loro funzionamento dall'apparato radicale. Ciò spiega il perché nel caso di individui eccezionali si verifica la successione di numerosi cicli di vita nel corso di secoli, se non addirittura millenni.

8.- Accumulo dei tessuti.

Le cellule e i tessuti invecchiano e devono essere sostituiti. Negli animali, la maggior parte delle cellule sono sostituite una ad una senza che ce ne accorgiamo. Ma tale rinnovamento non va avanti all'infinito. Infatti, dopo un numero definito di cicli, il processo si arresta e l'individuo muore.

Anche negli alberi, le cellule muoiono, ma non sono sostituite, in quanto non sono riassorbite dall'organismo: ad eccezione delle foglie non lignificate che cadono, esse restano al loro posto e un meristema speciale, il cambio, costruisce un nuovo strato di cellule all'esterno di quelle vecchie. A cosa servono le vecchie cellule? Un po' alla resistenza meccanica grazie alla continuità dei raggi lignei che da un anno all'altro assicurano una certa coerenza fra i cerchi successivi, ma soprattutto alla difesa chimica dell'albero, in quanto tali cellule sono ricche di sostanze organiche altamente tossiche che difendono la pianta da insetti e funghi.

Ciò spiega perché gli alberi non cicatrizzano come avviene negli animali, con la sostituzione dei tessuti morti. Gli alberi ricoprono le loro ferite con nuovo tessuto vivo, al di sotto del quale resta il vecchio tessuto morto, che dispone solo del suo strumentario chimico per difendersi.

In tal modo, i cicli annuali si traducono in lunghezza, tramite lo sviluppo di successioni di fronde, e in spessore, grazie ai cerchi concentrici. Nel caso di individui eccezionali, questi cicli completi di vita che possono succedersi nel tempo si sovrappongono nello spazio in alberi concentrici. Nel parco di Trianon a Versailles, abbiamo infatti studiato un *Juniperus virginiana* piantato nel periodo di Marie-Antoinette che stava sviluppando il quarto apparato radicale della sua lunga vita (fra 230 e 240 anni), quando è stato sorpreso da una tempesta. Se non si fosse verificato questo incidente, sarebbe stato ancora in grado di vivere per almeno un altro secolo e chissà forse raddoppiare la sua longevità.

Per concludere, sono ancora numerosi i punti d'incomprensione fra uomo e albero: biologia diversa, sviluppo nel tempo e nello spazio sia aereo che sotterraneo che non sono alla nostra altezza, le cui forme sono difficili da cogliere. Basti pensare alle

difficoltà a lungo incontrate dai pittori nel rappresentare gli alberi e ai loro tentativi spesso maldestri; per non parlare poi degli scultori, che vi hanno totalmente rinunciato!

Più che in altri campi, in questo ambito la tecnica è difficile da acquisire, in quanto richiede non soltanto studi, ma tempo ed esperienza personale. Dedicarsi allo studio degli alberi non può essere un'attività temporanea, ma richiede un'intera vita di lavoro, che i politici e gli altri esperti dell'ambiente urbano devono imparare a rispettare.