

LIVIO RUGGIERO

Dendrocronologia: una scienza per la storia e per l'ambiente

La datazione di eventi o di oggetti è argomento di grande interesse per le scienze storiche in generale e specialmente in archeologia, ma da vari anni il problema della datazione si pone anche nei riguardi di eventi che interessano l'ambiente, con particolare attenzione ai problemi del clima e dell'inquinamento.

La ricerca della possibilità di prevedere gli effetti di cambiamenti climatici, indotti eventualmente anche dalle attività antropiche, ha dato un grande impulso allo studio del clima e dell'ambiente nel passato.

Si è posto, però, subito il problema della mancanza dei dati strumentali necessari per la costruzione di serie storiche sufficientemente lunghe da permettere analisi statisticamente valide su lunghi periodi. Infatti i primi strumenti per la misura dei più semplici parametri meteorologico-climatici, quali la temperatura dell'aria, le precipitazioni, la pressione, l'umidità sono stati ideati praticamente a partire da quattro secoli fa e solo dalla fine del 1700 si conoscono lunghe serie di dati, per altro limitate a poche città europee in cui erano avanzati gli studi scientifici per merito di Università o Accademie.

Si è reso quindi necessario colmare la lacuna strumentale ricorrendo ad informazioni contenute in quelli che si possono definire gli "archivi naturali" di dati ambientali.

Tra questi archivi quello che senz'altro consente di ottenere informazioni con cadenza annuale rigorosa è costituito dagli anelli o, per usare un termine tecnicamente più corretto, dalle cerchie di accrescimento annuale degli alberi.

I risultati ottenuti dalla *dendrocronologia*, la scienza che si occupa della datazione attraverso l'analisi degli anelli degli alberi, sono tali che proprio grazie ad essa si sono potuti individuare i limiti di quello che viene considerato, a ragione, il più potente mezzo di datazione in archeologia vale a dire la datazione mediante il radiocarbonio, in cui si sono dovute introdurre opportune correzioni.

Per comprendere come le sequenze delle cerchie di accrescimento di un albero possano funzionare da calendario occorre notare che l'albero subisce nel corso della sua vita tutte le influenze, favorevoli e sfavorevoli, dell'ambiente circostante, senza potersi sottrarre, andando inevitabil-



Fig. 9. Sezione trasversale di tronco d'albero, con evidenti i cerchi concentrici di accrescimento annuale.

mente incontro alla fine se queste fossero tanto sfavorevoli da non permettergli di adattarsi opportunamente.

Già Leonardo da Vinci aveva notato la relazione tra condizioni climatiche e larghezza delle cerchie di accrescimento degli alberi, ma occorre arrivare ai primi anni del Novecento perché, dopo vari sviluppi e acquisizioni della fisiologia vegetale, dagli studi di un astronomo americano, A. E. Douglass, che ricercava in questo archivio arboreo le tracce della periodicità delle macchie solari, nasce la dendrocronologia come scienza in grado di effettuare datazioni archeologiche di notevole precisione, permettendo di risalire nel tempo per varie centinaia di anni.

La chiave per comprendere come gli anelli degli alberi possano essere impiegati per costruire calendari lunghi anche alcune migliaia di anni si trova nell'attività del "laboratorio" che nell'albero presiede alla fabbricazione del tronco: il *cambio*, posto tra la corteccia e il legno.

L'attività del cambio, che provvede alla produzione delle cellule del legno all'interno e di quelle del sughero all'esterno, costituendo quelli che gli specialisti chiamano rispettivamente lo *xilema* e il *floema*, è regolata dalle condizioni ambientali e dalle risorse che le radici, con la loro attività di assorbimento dal terreno, e le foglie, con l'attività fotosintetica, gli forniscono.

Quindi tutte le variazioni dei parametri e delle caratteristiche ambientali (naturali o indotte dall'uomo) si riflettono in modificazioni della struttura



Fig. 10. Successione di anelli di accrescimento in una sezione trasversale di tronco di albero della Foresta fossile di Dunarobba.

chimico-fisica della cerchia annuale, che si potranno ritrovare in misura più o meno uguale in tutti gli esemplari della stessa specie arborea su tutta l'area in cui le variazioni hanno avuto una certa influenza.

Naturalmente le stesse variazioni avranno influenze diverse su alberi di età diversa e, soprattutto, su alberi di specie diverse.

Quindi le fluttuazioni naturali più o meno ampie della temperatura, le variazioni in intensità delle precipitazioni, la diminuzione nella quantità di luce solare utilizzata, causata da una riduzione (per una gelata, per la cenere emessa in una eruzione vulcanica o per l'attacco di parassiti) della copertura fogliare, o il suo aumento dovuto a una riduzione del numero di alberi circostanti (causata da un incendio o dall'intervento dell'uomo) possono lasciare una traccia ben identificabile nella cerchia legnosa relativa all'anno in cui si sono verificate, consentendo, spesso, di individuare la stessa traccia in altri esemplari anche molto distanti.

È quindi utilizzando questa risposta sincrona di esemplari diversi agli eventi ambientali quali siccità, gelate, piogge intense, ecc. che si può costruire un metodo di datazione legato agli anelli degli alberi.

Infatti se si ha un campione di legno di età ignota e si dispone di una sequenza sufficientemente lunga di anelli datati (di alberi della stessa specie del campione), si può sperare di trovare una posizione relativa, tra



Fig. 11. Uno dei tronchi fossili di Dunarobba.

il campione e la sequenza, tale che la rassomiglianza delle successioni delle larghezze degli anelli, nel campione e nella sequenza di riferimento, sia statisticamente significativa per poter attribuire la data degli anelli della sequenza nota a quelli del campione.

Si comprende quindi come sia molto importante costruire delle sequenze più lunghe possibili di anelli datati anno per anno (*master chronology*).

Per far questo si parte da campioni di legno prelevati, con una opportuna tecnica di *carotaggio*, da alberi viventi in cui è quindi nota la data corrispondente all'anello più esterno. Si cercano quindi (in antiche costruzioni, in depositi fluviali e lacustri, in siti archeologici) dei campioni di legno della stessa specie arborea via via più antichi, la cui parte terminale (anelli più recenti) si sovrappo-

ponga per un certo numero di anni a quella iniziale (anelli più antichi) dei campioni più recenti.

Si sono in questo modo costruite cronologie di riferimento lunghe anche 9.000 – 10.000 anni.

Poiché in questa operazione di sincronizzazione delle serie di anelli di esemplari diversi si ha a che fare con campioni di legno provenienti da alberi che spesso hanno età molto diverse, occorre procedere ad una operazione di eliminazione dell'effetto dell'età sulla larghezza degli anelli (*standardizzazione*). Il risultato di questa operazione trasforma la serie cronologica delle larghezze degli anelli misurate al microscopio con una serie di numeri (indici) rappresentanti essenzialmente il solo effetto, sulla larghezza della cerchia annuale, dell'influenza ambientale, che dovrebbe essere più o meno lo stesso per tutti gli alberi considerati.

Alcune indicative esemplificazioni dei campi in cui la dendrocronologia può essere applicata e dei risultati che si possono raggiungere possono essere tratti dalla letteratura specializzata, oggi divenuta molto copiosa. Tra i numerosi esempi riportati nel fondamentale volume *Tree Rings*, di



Fig. 12 e 13. Due punti di vista di una vetrina dedicata alla dendrocronologia.

F. H. Schweingruber, alcuni sono molto significativi. Nel famoso caso del "rapimento Lindbergh" il supposto rapitore del figlio del primo trasvolatore solitario venne inchiodato anche da una prova dendrocronologica: la corrispondenza del legno della scala, trovata appoggiata alla casa dei Lindbergh, con quello del pavimento della stanza dell'indiziato. Il quadro di Peter Paul Rubens *Bambino che gioca con un uccello*, supposto del 1616, non può essere stato dipinto prima del 1621, dal momento che uno dei tre pezzi di legno costituenti la tavola risulta, all'analisi dendrocronologica, ottenuto dopo tale anno.

L'analisi dendrocronologica ha permesso anche di smascherare truffe legate alla vendita di strumenti a corda di millantata autenticità, come nel caso di due violini Stradivari, in cui la datazione dell'anello più recente osservabile sui ponticelli dei due strumenti fornì le date rispettivamente del 1894 e del 1902, che, anche senza tener conto dell'ulteriore numero di anni necessari per stagionare il legno, risultano abbondantemente più recenti del 1742, anno della morte dell'ultimo degli Stradivari.

Come si vede le applicazioni della dendrocronologia spaziano dal settore artistico a quello legale, ma esse sono senz'altro di particolare interesse in archeologia e negli studi ambientali.

In archeologia si va dallo studio delle abitazioni preistoriche, specialmente palafitte, in cui la dendrocronologia consente di risalire, mediante l'analisi dei resti di pali rinvenibili nel terreno, all'organizzazione delle strutture abitative e alla loro evoluzione nel tempo, alla possibilità di ricostruire, attraverso l'analisi delle strutture lignee, la cronologia costruttiva delle cattedrali gotiche e dei palazzi e castelli medievali. Del resto fu proprio nella datazione di villaggi indiani che Douglass ottenne i primi significativi successi, perfezionando le tecniche di standardizzazione e di sincronizzazione.

Nel campo delle scienze ambientali praticamente tutti i settori, dalla climatologia alla geomorfologia, dall'idrologia all'ecologia, possono trarre preziose informazioni dall'analisi delle cerchie di accrescimento di molte specie di alberi e la lettura del più recente volume del già citato Schweingruber può senz'altro dare la visione completa delle applicazioni "ambientali" della dendrocronologia, così come dei suoi inevitabili limiti. Si va dalla dendroclimatologia, che interessa lo studio del clima, alla dendrogeomorfologia che analizza le modificazioni del suolo dovute a frane ed erosione, e dalla dendroidrologia che permette lo studio della storia di laghi e fiumi (con le loro piene e alluvioni) oltre che delle falde acquifere, alla dendroglaciologia che studia il movimento dei ghiacciai. Né vanno dimenticati gli effetti delle eruzioni vulcaniche, dei movimenti tettonici, degli incendi e delle attività umane, dall'agricoltura all'inquinamento.



Fig. 14. Vetrina con sezioni di tronchi fossili provenienti dalla foresta di Dunarobba (Umbria).

Naturalmente questo incredibilmente ampio ventaglio di applicazioni è stato possibile grazie all'aumentata capacità di lettura delle pagine dell'*archivio arboreo*, che è passata dall'iniziale analisi della larghezza dell'anello allo studio dettagliato della sua morfologia (ampiezza e densità del legno primaticcio [*earlywood*] e tardivo [*latewood*], forma delle cellule, ecc.), per arrivare all'analisi delle caratteristiche chimiche, fino ad analizzare il contenuto di isotopi radioattivi (^{14}C) e stabili (^{13}C , ^{12}C , ^{16}O , ^{18}O , H, ^2H).

Prima di concludere vorrei citare due esempi di applicazioni della dendrocronologia tratti dall'esperienza personale mia e di ricercatori con cui ho avuto il piacere e la fortuna di collaborare.

Il primo è il risultato di una ricerca condotta, con il classico metodo dell'analisi della larghezza degli anelli, sulle Pinete di Ravenna, che ha portato a costruire una cronologia per il Pino (*Pinus pinea*) di quella zona dal 1759 al 1988, in cui sono evidenti le corrispondenze tra inverni rigidi, di cui si hanno notizie dalle cronache storiche, e anelli particolarmente stretti.

Il secondo riguarda l'applicazione della datazione dendrocronologica allo studio dell'impatto sulla Terra di un oggetto extraterrestre. Alcuni stu-

diologi italiani guidati da M. Galli, che nel 1982 avviò gli studi di dendroclimatologia a Lecce, hanno individuato nella resina di un campione di legno prelevato da un albero della Valle della Tunguska (Siberia), devastata nel 1908 dall'impatto di un bolide, particelle di polvere che si sono rivelate in concentrazione massima proprio in corrispondenza del 1908, datazione resa possibile proprio dall'analisi degli anelli del campione. Lo studio della composizione chimica di queste polveri potrebbe dare informazioni sulla natura del bolide.

Per concludere con una breve notazione storica sul contributo italiano agli studi di dendrocronologia bisogna ricordare che Ugo Buli nel 1949 con uno studio sulle Pinete di Ravenna, e Albina Messeri nel 1953, con l'analisi delle relazioni tra clima e accrescimenti annuali nel Pino d'Aleppo (condotta su campioni provenienti da Taranto ed elaborando i dati presso l'Istituto di Botanica di Bari, allora diretto da Eleonora Francini), avevano aperto la strada ad uno sviluppo italiano della dendrocronologia applicata alla climatologia, ma per molti anni tali studi rimasero praticamente unici.

Si deve ai lavori di Elio Corona lo sviluppo, vari anni dopo, di un certo interesse nel settore, culminato nella nascita, nel 1983, dell'Istituto Italiano di Dendrocronologia, promotore, tra l'altro, della rivista *Dendrochronologia*, che insieme alla rivista *Tree Ring Bulletin*, edita dal Tree Ring Laboratory dell'Arizona, è l'unica rivista internazionale specializzata del settore.

Nella mostra allestita al MAUS sono esposti anche alcuni campioni di legno prelevati da tronchi di alberi attribuibili al genere *Taxodium* rinvenuti sub fossilizzati, aventi un'età di circa 1.350.000 anni, nelle argille di una cava a Dunarobba, in provincia di Terni. Si è condotto uno studio preliminare degli anelli chiaramente visibili in questi campioni per individuare eventuali ciclicità, ottenendo una certa evidenza del ciclo di 22 anni (ciclo di Hale) dell'inversione del campo magnetico solare.

Bibliografia

- ATTOLINI M. R., GALLI M., NANNI T., RUGGIERO L., ZUANNI F. (1988): *Preliminary observations of the fossil forest of Dunarobba (Italy) as a potential archive of paleoclimatic information*. *Dendrochronologia*, 6, 141-149.
- BULI U., (1949): *Ricerche climatiche nelle Pinete di Ravenna*. Mareggiani, Bologna.
- CORONA E. (1992): *Cambiamento globale del clima: stato della ricerca italiana*. Atti Convegni Lincei, 95, 113-128.
- GALLI M., QUADALUPI M., NANNI T., RUGGIERO L. & ZUANNI F. (1992): *Ravenna pine trees as monitors of winter severity in N-E Italy*. *Theor. Appl. Climatol.*, 45, 217-224.
- GALLI M., LONGO Q., SERRA R. & CECCHINI S. (1993): *La spedizione al luogo della catastrofe di Tunguska*. *Il Nuovo Saggiatore*, 9, 85-94.
- LONGO Q., SERRA R., CECCHINI S. & GALLI M. (1994): *Search for microremnants of the Tunguska Cosmic Body*. *Planet. Space. Sc.*, 42, 163-177.
- MESSERI A. (1953): *Relazioni fra clima ed accrescimento del tronco nel Pino d'Aleppo*. *Nuovo Giorn. Bot. Ital. (n.s.)*, 60, 251-286.
- RUGGIERO L. (1995): *Fisica e dendrocronologia: dagli alberi preziose informazioni sull'ambiente e sulle relazioni Terra-Sole nel passato*. *Giornale di Astronomia*, 3, 2-5.
- SCHWEINGRUBER F.H., (1988): *Tree Rings*. Reidel Publ. Co.
- SCHWEINGRUBER F.H., (1996): *Tree Rings and Environment*. *Dendroecology*. Paul Haupt Publ.

