

SEGNALAZIONI D'ARCHIVIO

La seconda
rivoluzione del
Radiocarbonio

Il metodo di datazione per mezzo del Radiocarbonio suscitò fin dalle sue prime applicazioni vivaci critiche, soprattutto per due ordini di motivi: le date tradizionalmente ammesse in base ai risultati dell'indagine archeologica, in particolare nel campo della preistoria europea per quanto riguarda le culture neolitiche, venivano spesso rivoluzionate; inoltre, uno dei presupposti teorici del metodo stesso — la costanza dell'intensità delle radiazioni cosmiche nel passato — non era stato dimostrato, anzi poteva apparire addirittura arbitrario.

Come è noto, il bombardamento dei raggi cosmici nell'alta atmosfera provoca la trasmutazione dell'isotopo ^{14}N dell'azoto in radiocarbonio (^{14}C), che a sua volta per combustione in ossigeno forma anidride carbonica. La proporzione tra ^{14}C e gli isotopi stabili del Carbonio (^{12}C e ^{13}C), presenti nell'atmosfera come anidride carbonica, è pressapoco costante. Altezza, latitudine e longitudine non sembrano avere influenza sulla distribuzione del radiocarbonio, il cui tasso di concentrazione nell'atmosfera è quindi uniforme su tutta la terra.

Poichè l'anidride carbonica dell'atmosfera e l'acqua sono il materiale utilizzato dagli organismi autotrofi per la produzione di carboidrati, con la liberazione di ossigeno, sia mediante la fotosintesi, sia per mezzo di reazioni chimiche, ne consegue che tutti gli organismi viventi, in genere, direttamente o indirettamente, vengono ad assorbire radiocarbonio nello stesso rapporto isotopico del carbonio atmosferico.

Dopo la morte, in un organismo il processo di decadimento del ^{14}C non viene più compensato, come in vita, attraverso il rifornimento di anidride carbonica dall'atmosfera.

Conoscendo quindi il semiperiodo del ^{14}C , il tempo trascorso dal momento della morte di un organismo è ricavabile dalla misurazione della sua radioattività residua in rapporto all'attività del materiale organico moderno.

La premessa teorica non dimostrata è che la concentrazione di radiocarbonio nell'atmosfera sia stata costante almeno nelle ultime decine di migliaia di anni.

Ma nel 1958 H. de Vries per primo notò delle discrepanze tra le date ottenute con il metodo del C-14 e quelle reali di alcuni campioni di legno databili tra il 1500 e il 1700 d.C. in base al conteggio degli anelli di crescita annuali. Queste discrepanze fornirono la prova della variabilità della concentrazione di ^{14}C nel corso del tempo (effetto de Vries).

Nel 1960 un gruppo di ricercatori dei laboratori di Cambridge, Copenhagen e Heidelberg intraprese congiuntamente un progetto di ricerca intorno a questo problema. Fu prelevata una serie di campioni dalla sezione di un tronco di una *Sequoia gigantea*, vecchia di oltre 2500 anni, a intervalli regolari di cinquanta anelli di crescita per il periodo compreso tra il 659 e il 1859 d.C. per sottoporli all'analisi col metodo del C-14. Anche in questo caso le datazioni radiometriche e quelle reali, fornite dalla dendrocronologia, non coincidevano e mostravano una serie di discrepanze e di fluttuazioni (dell'ordine dell'1-2%, 80-100 anni), ulteriore prova dell'effetto De Vries.

Lo stesso metodo di ricerca venne poi applicato al *Pinus aristata* delle Montagne Bianche della California centro-orientale.

Gli studiosi del « Laboratory for Tree Ring Research », dell'Università dell'Arizona, a Tucson, centro tradizionale delle ricerche nel campo della dendrocronologia, avevano scoperto fin dal 1957 numerosi esemplari di *Pinus aristata* vecchi di oltre 4000 anni. Un pino, scoperto nell'estate del 1957, aveva cominciato a crescere più di 4600 anni fa. Recentemente è stata ricostruita una sequenza continua degli anelli di crescita annuale fino a 8200 anni fa. I laboratori di Tucson, La Jolla e Philadelphia hanno eseguito una serie di misurazioni al C-14 di campioni di *Pinus aristata*, esattamente databili grazie alla dendrocronologia.

Anche in questi casi le datazioni radiometriche si discostavano da quelle reali. Negli ultimi tremila anni le

fluttuazioni delle date ottenute col metodo del C-14 sono contenute entro limiti ristretti, ma a partire dal 1000 a. C. le deviazioni aumentano considerevolmente con un massimo tra il 4000 e il 5000 a. C. L'attività del ^{14}C della biosfera sembra progressivamente decrescere dello 0,4% per secolo. Risulta così che nel passato vi sono state forti variazioni del tasso di concentrazione di ^{14}C nell'atmosfera.

Le cause di questo fenomeno vanno ricercate nei mutamenti climatici che alterano il tasso di scambio tra le due principali riserve di Carbonio, l'atmosfera e l'oceano, ma soprattutto nell'alterazione del flusso delle radiazioni cosmiche a causa dell'attività solare e a causa delle variazioni dell'intensità del campo magnetico terrestre.

La relazione tra età reale e datazione al C-14 non può essere stabilita teoricamente, ma deve ricavarsi empiricamente dalla determinazione del contenuto di radiocarbonio di campioni di età conosciuta. E' quindi possibile costruire una curva empirica di correlazione tra date al C-14 e date dei campioni. Questa carta di calibrazione, ancora provvisoria, è opera soprattutto di H. E. Suess, dell'Università di San Diego in California.

La validità della calibrazione dendrocronologica dipende dal fatto che si può escludere che i vari anelli di crescita annuale continuino ad assorbire radiocarbonio dall'atmosfera. Le cellule lignificate sono morte e mancano quindi gli apparati cellulari responsabili delle reazioni chimiche. Ma ci domandiamo se si possa escludere che i raggi midollari, contenuti nel legno e formati da tessuto vivo, con il compito di trasportare numerose sostanze organiche, non alterino il valore della misurazione effettuata col C-14. A meno che la presenza di cellule vive nel legno sia così bassa da non influenzare la determinazione radiometrica.

* * *

Il metodo di datazione per mezzo del radiocarbonio, anche se ritenuto teoricamente valido, ha sempre incontrato difficoltà nella sua applicazione pratica. Alla formazione stessa dello strato archeologico possono aver contribuito resti organici di età molto diversa e la correlazione dei

campioni con i resti archeologici può essere a volte estremamente ardua. L'età di un campione è quella della sua morte biologica. Rimane il problema di stabilire il suo reale momento di impiego e quello del suo definitivo depositarsi in un contesto archeologico.

Queste considerazioni inducono alla cautela nell'uso delle date al C-14. Ora ci troviamo di fronte a quella che C. Renfrew ha efficacemente denominato « la seconda rivoluzione del C-14 ».

Uno dei presupposti teorici del metodo è stato dimostrato errato, il tasso di concentrazione del ^{14}C nell'atmosfera terrestre non è rimasto costante negli ultimi 70.000 anni. Le date finora ottenute sono troppo recenti, a volte anche di 700 o 850 anni.

Le conseguenze per la preistoria europea sono di enorme portata.

Che le date C-14 non fossero esatte era già provato dal fatto che non si accordavano con le cronologie storiche dell'Egitto e della Mesopotamia.

Prendiamo qualche esempio. Dal cimitero reale di Ur, del periodo Antico Dinastico IIIa, abbiamo:

BM-64	1970 \pm 150	a. C.
BM-70	2080 \pm 150	a. C.
BM-76	2040 \pm 150	a. C.
P-724	2009 \pm 59	a. C.

L'antico Dinastico III precede direttamente il periodo Sargonide, la cui cronologia è stabilita con sufficiente precisione tra il 2370 e il 2230 a. C. La calibrazione Suess riporta le date C-14 intorno al 2500 a. C., che è precisamente l'unica datazione possibile in termini storici e archeologici.

Per Uruk-Warka (livello IV a del tempio C) abbiamo una datazione di 2815 \pm 85 a. C. Questo livello appartiene agli inizi dell'epoca di Jemdet-Nasr o ne è di poco anteriore. Oggetti di quest'epoca sono stati scoperti in Egitto in contesti ben databili. Nella tomba 1863 di Naqada, del periodo medio Pre-dinastico (Gerzeano), è stato scoperto un sigillo cilindrico mesopotamico della fine dell'epoca di Jemdet-Nasr. Il periodo Gerzeano (S. D. 45-62) è sicuramente anteriore al 3200 a. C. Anche in questo caso la

calibrazione Suess della data C-14 di Uruk IVa (ca. 3600 a. C.) è in armonia con la cronologia archeologica e storica. I contatti tra Egitto pre-dinastico e Mesopotamia dell'epoca di Jemdet-Nasr rimarrebbero altrimenti inesplorabili.

Aggiungiamo che un pugnale di rame di Naqada (Müller-Karpe, Handbuch, II, 1968, Taf. XI, 30), di età medio pre-dinastica, pur essendo di minori dimensioni, richiama in modo straordinario i pugnali dell'epoca di Baden (Schmidt, Die Burg Vucedol, 1945, p. 143; Z. Vinski, Vjesnik, 1961, Tab. I, 1-2). Con la calibrazione Suess una datazione dell'orizzonte classico di Baden verso la seconda metà del IV millennio a. C. appare del tutto probabile.

Per evitare confusioni nelle citazioni delle datazioni al C-14 e delle nuove date calibrate, E. Mac Kie ha proposto la seguente convenzione:

C. 2000 BC = datazione C-14 come è pubblicata in *Radio-carbon*, cioè con periodo di dimezzamento di 5570 anni.

C². 2118 BC = la stessa datazione espressa secondo un periodo di dimezzamento di 5730 anni.

T. 2500 BC = la stessa datazione calibrata.

* * *

Gli studiosi che finora hanno valutato maggiormente le notevoli implicazioni per la preistoria europea di questa seconda rivoluzione del C-14 sono stati già molti, ma occorre ricordare in modo particolare E. Neustupny e C. Renfrew.

Le conclusioni di Neustupny e di Renfrew riguardano principalmente la demolizione della concezione delle culture tardo-neolitiche dei Balcani come un riflesso o un prodotto delle influenze delle civiltà dell'antica età del Bronzo dell'Egeo e del Medio Oriente, la dimostrazione della autonomia della sfera metallurgica balcano-danubiana in età calcolitica rispetto al Medio Oriente e la sua priorità cronologica rispetto all'Egeo, e infine la necessità di rialzare gli inizi dell'età del Bronzo centro-europea ad almeno il 2300 a. C.

L'antica età del Bronzo centro-europea era stata finora costretta entro angusti limiti cronologici (XVIII-XVII secolo a. C.). La media età del Bronzo è infatti saldamente

ancorata fin dalle sue fasi più antiche (Br B) al XVI-XV secolo a. C. in base a precisi raffronti e contatti con il mondo egeo della fine del Medio e degli inizi del Tardo Elladico.

Le datazioni al radiocarbonio collocano la fase media dell'Antica Età del Bronzo europea verso il XVII secolo a. C.:

Leki Male (Unetice classico)	GrN 5037	1655 ± 40	BC
Helmsdorf (Unetice classico)	Bln-248	1663 ± 160	BC
Ledro (cultura di Polada)	Birm-34	1709 ± 36	BC
		1692 ± 36	BC

La calibrazione Suess di queste date riporta la fase classica di Unetice a cavallo tra la fine del III e l'inizio del II millennio a. C. Questo è in accordo con le testimonianze archeologiche del Medio Oriente. A Ugarit, Byblos e in altre località della Siria e della Palestina sono state scoperte in livelli di transizione tra il locale Bronzo Antico e Bronzo Medio (fine III millennio a. C., primo periodo intermedio in Egitto), tombe appartenenti chiaramente a una popolazione intrusiva, con corredi caratterizzati da oggetti di bronzo estranei alla tradizione locale, come torques di tipo uneticiano, spilloni a capocchia piatta martellata a forma di losanga con sommità arrotolata, spilloni con testa a bulbo, collo ingrossato e perforato con decorazione incisa a zig-zag, lame di pugnale triangolari, tubetti di filo di bronzo avvolto a spirale. A questa nuova popolazione si deve nel Medio Oriente un vigoroso sviluppo della metallurgia del bronzo. Significativo è il caso dell'Egitto, dove oggetti di bronzo cominciano a diffondersi soltanto a partire dall'inizio del Medio Regno.

C. F. A. Schaeffer mise in relazione le scoperte di Ugarit con la cultura di Unetice, ma la sua teoria suscitò scarsi consensi. Ora alla luce delle nuove datazioni con la calibrazione Suess, la teoria dei « porteurs des torques » acquista un valore estremamente significativo.

Recentemente, al Simposio sull'Antica Età del Bronzo in Europa tenutosi a Lazise (Verona), C. F. Hawkes ha presentato un quadro delle datazioni C-14 che si hanno per la cultura di Wessex II (fase Camerton-Snowhill). Le date vanno dal 1264 ± 64 (BM-681) al 1119 ± 45 a. C. (BM-708). Wessex II è generalmente considerato sincrono con la fine del

Br A 2 e gli inizi del Br B 1 dello schema cronologico del Reinecke e con il circolo B di Micene (seconda metà XVII secolo a. C.). E' quindi fuori di dubbio che le datazioni C-14 sono troppo basse. La calibrazione fornisce un inquadramento cronologico senz'altro più soddisfacente, riportando queste date intorno al 1600-1550 a. C.

Non è possibile riassumere in questa sede tutte le osservazioni che scaturiscono dalla calibrazione. Riteniamo utile fornire una bibliografia sommaria sull'argomento, dividendola in due parti, una per gli studi di carattere fisico e naturalistico, l'altra per gli studi che impostano una valutazione archeologica delle nuove datazioni o che fanno già uso delle date calibrate.

R. De M.

BIBLIOGRAFIA

- A. Parte tecnica
- BERMINGHAM - RENFREW, C.
1972 — The history of C 14 Calibration, *Antiquity*, XLVI, no. 182, pp. 151-153.
- BUCHA, W.
1967 — Intensity of the earth's magnetic field during archaeological times in Czechoslovakia, *Archeometry*, X, pp. 12-22.
- BUCHA, W. - NEUSTUPNY, E.
1967 — Changes of the earth magnetic field and radiocarbon dating, *Nature*, vol. 215, pp. 261-262.
- CLARK, R. M. - RENFREW, C.
1972 — A statistical approach to the calibration of floating tree-ring chronologies using radiocarbon dates, *Archaeometry*, vol. 14, part 1, pp. 5-19.
- DAMON, P. E. - LONG, A. - GREY, D. C.
1966 — Fluctuation in atmospheric C-14 during the last six millennia, *Journal of Geophysical Research*, LXXI, 1055-1063.
- DE VRIES, H.
1958 — Variation in concentration of radiocarbon with time and location on Earth, *Proc. Koninkl. Nederlandse Akad. van Wetenschappen*, ser. B, LXI, no. 2, pp. 1-9; 5, pp. 94-102.
- FERGUSON, C. W. - HUBER, B. - SUESS, H. E.
1966 — Determination of the age of Swiss lake dwellings as an example of dendrochronologically calibrated radiocarbon dating, *Zeitschrift für Naturforschung*, vol. 21a, 1173-1177.

FERGUSON, C. W.

1968 — Bristlecone pine: science and esthetics, *Science*, vol. 159, pp. 839-846.

OLLSON, I. U. (Ed.)

1970 — *Radiocarbon variations and absolute chronology*, Proceedings of the twelfth Nobel Symposium, Uppsala, 11-15 August 1969, New York.

RALPH, E. K. - MICHAEL, H. N.

1968 — Problems of the radiocarbon calendar, *Archaeometry*, X, pp. 3-11.

RALPH, E. K. - MICHAEL, H. N. - GRUNIGER, J. Jr.

1965 — University of Pennsylvania Dates VII, *Radiocarbon*, 7, pp. 179-186.

STUIVER, M. - SUESS, H. E.

1966 — On the relationship between radiocarbon dates and true sample ages, *Radiocarbon*, 8, pp. 534-540.

STUIVER, M.

1970 — Tree rings, varve and carbon-14 chronologies, *Nature*, CCXXVIII, pp. 454-5.

SUESS, H. E.

1965 — Secular variations of the cosmic-ray-produced Carbon 14 in the atmosphere and their interpretations, *Journal of Geophysical Research*, LXX, 5937-5951.

1967 — Bristlecone pine calibration of the radiocarbon time scale from 4100 BC to 1500 BC, *Proc. of the Symposium on Radioactive Dating and Methods of Low-Level Counting*, Monaco, 2-10 March 1967, International Atomic Energy Agency, Vienna, pp. 143-151.

WILLIS, H. E. - TAUBER, H. - MUNNICH, K. O.

1960 — Variations in the atmospheric radiocarbon concentration over the past 1300 years, *Radiocarbon*, 2, pp. 1-4.

B. Problematica
preistorica

BAKKER, J. A. - VOGEL, J. C. - WISLANSKI, T.

1969 — TRB and other C-14 dates from Poland, *Helinium*, IX, n. 3, pp. 209-238.

GIMBUTAS, M.

1970a — Proto-indoeuropean Culture: the Kurgan Culture during the Fifth, Fourth and Third Millennia BC, *Indo-European and Indo-Europeans*, Philadelphia, pp. 155-197.

1970b — Obre, Yugoslavia: two neolithic sites, *Archaeology*, 23, pp. 287-297.

MAC KIE, E.

1971 — Thoughts on radiocarbon dating, *Antiquity*, XLV, no. 179, pp. 197-204.

NEUSTUPNY, E.

1968 — Absolute chronology of the neolithic and aeneolithic periods in central and southeastern Europe, *Slovenska Archaologia*, XVI, pp. 19-60.

1969 — Absolute chronology of the neolithic and aeneolithic periods in central and southeastern Europe, II, *Archaeologické Rozhledy*, XXI, pp. 783-810.

1970 — A new epoch in radiocarbon dating, *Antiquity*, XLIV, pp. 38-45.

QUITTA, H.

1967 — The C 14 chronology of the Central and S.E. European Neolithic, *Antiquity*, XLI, n. 164, pp. 263-270.

RENFREW, C.

1967 — Colonialism and megalithism, *Antiquity*, XLI, n. 164, p. 288.

1968 — Wessex without Mycenae, *Annual of the British School of Archaeology at Athens*, LXIII, pp. 277-285.

1969a — Trade and culture process in European Prehistory, *Current Anthropology*, 10, pp. 151-169.

1969b — The autonomy of the south-east european copper age, *PPS*, XXXV, pp. 12-47.

1970 — The tree-ring calibration of radiocarbon, an archaeological evaluation, *PPS*, XXXVI, pp. 280-311.

1971a — Carbon 14 and the prehistory of Europe, *Scientific American*, 225, pp. 63-76.

1971b — Sitagroi, radiocarbon and the prehistory of south-east Europe, *Antiquity*, XLV, no. 180, pp. 275-282.

1972a — *The emergence of civilization: the Cyclades and the Aegean in the third millennium BC*, London.

1972b — Malta and the calibrated radiocarbon chronology, *Antiquity*, XLVI, n. 182, pp. 141-144.

SUESS, H. - STRAHM, C.

1970 — The neolithic of Auvernier, *Antiquity*, XLIV, no. 174, pp. 91-95.