

# Avanguardie e archeologie.

La piena fioritura una ricerca a vasto raggio che cerca di rispondere alla domanda se le 6.000 lingue parlate oggi sul pianeta abbiano un'origine comune. Procedere non è facile: esistono lingue strettamente imparentate che apparentemente sono assai diverse. Le iscrizioni antiche che abbiamo sono poche, e sono molto localizzate nello spazio e soprattutto nel tempo: ci possono soccorrere solo per gli ultimi millenni. Eppure sembra emergere una clamorosa risposta positiva

## Un tempo tutti gli uomini parlavano la stessa lingua

**L**a valle degli Hunza si trova nel Pakistan settentrionale, alle pendici meridionali della grande catena montuosa del Karakorum. Ha sempre avuto un'enorme importanza strategica, perché si trova sul principale collegamento fra la civiltà indiana e quella cinese. Nella valle sono parlate molte lingue. Una di queste, il *burushaski*, era definita dagli specialisti come un "isolato linguistico". Era una lingua che non mostrava relazioni di affinità o di parentela con nessun'altra sulla terra. Ma oggi alcuni linguisti affermano di aver disseppellito tracce di remote relazioni che integrano il *burushaski* all'interno della famiglia "dene-caucasica". Le lingue che la compongono sono disperse ai quattro angoli del mondo: il basco, le lingue caucasiche settentrionali, poche lingue siberiane sull'orlo dell'estinzione (*ket*), una quarantina di lingue dei nativi americani (fra cui il navajo e l'apache), ma anche il grande blocco delle lingue sino-tibetane (con il cinese, il tibetano, il birmano). Questa conformazione geografica dipenderebbe da antichissime migrazioni che avrebbero preso il via dall'Asia centrale e dalla Siberia meridionale: in molte aree il bagaglio linguistico e culturale dei migranti originari sarebbe stato poi sommerso da quello di altre ondate successive, mentre nell'area cinese si sarebbe al contrario consolidato e diffuso.

Questa determinazione di parentele linguistiche eccentriche non è una semplice curiosità. E' invece un tassello di una ricerca a vasto raggio in piena fioritura, volta a rispondere alla domanda se le 6 mila lingue oggi parlate sul pianeta abbiano un'origine comune. Sembra emergere una risposta positiva, e soprattutto emergono congetture interessanti sui tempi e gli spazi della diversificazione delle lingue, sui loro alberi genealogici e i loro gradi di parentela, sulle principali migrazioni e innovazioni culturali che hanno condotto alla diffusione di taluni gruppi di lingue.

Un forte stimolo è provenuto dai paralleli sviluppi della ricerca genetica: questa ha mostrato che tutti i membri attuali della specie *Homo sapiens* discendono da un piccolo gruppo di antenati vissuti in Africa all'incirca 150 mila anni or sono, e ha tracciato un albero genealogico in cui sono descritte le principali linee e date del popolamento del pianeta da parte della specie umana. Anche se ha dovuto ricorrere a metodologie e a tecnologie del tutto innovative, quest'impresa della genetica partiva da una condizione relativa-

mente vantaggiosa: il materiale genetico è molto stabile, anzi, gran parte di esso è uguale per tutti gli individui della nostra specie, ed è persino condivisa (all'incirca al 99%) con gli scimpanzé, i nostri "cugini" primati la cui linea di discendenza si è staccata dalla nostra alcuni milioni di anni or sono. Le variazioni genetiche fra gli individui della nostra specie sono relativamente rare, e quindi facilmente identificabili: il che, a sua volta, è una buona base per costruire sensati alberi genealogici.

Per le lingue, le condizioni sono assai differenti: il cambiamento è veloce e questo rende anche lingue strettamente imparentate molto diverse; poche migliaia di anni possono bastare a rendere le parentele irricognoscibili. E mentre è possibile trovare Dna fossile che sia diretto testimone delle condizioni di un lontano passato, per le lingue l'unico equivalente sono le iscrizioni, che sono molto localizzate nello spazio e soprattutto nel tempo: ci possono soccorrere solo per gli ultimi millenni.

La ricostruzione ipotetica del loro albero genealogico è riuscita a superare queste difficoltà. Essa, in realtà, è avvenuta in varie fasi che qui vogliamo ricapitolare.

Il punto di partenza è stato innanzitutto la scoperta stessa che le lingue evolvono e che molte lingue del presente possono discendere, per diversificazione, da un'unica antenata comune. Questa scoperta è addirittura avvenuta prima della scoperta darwiniana dell'evoluzione biologica: ebbe luogo alla fine del '700, quando ancora la massima parte dei cittadini europei credeva che la storia del mondo fosse racchiusa nei tempi della cronologia biblica. E' allora che gli studiosi conclusero che le lingue classiche dell'India (sanscrito), dell'Iran e dell'Europa (latino, greco, gotico) erano imparentate fra loro, come pure le lingue moderne che da loro discendono (hindi, bengalese, persiano, lingue neolatine, germaniche, slave e così via): questa famiglia linguistica si definisce indoeuropea.

Presto la nozione di "famiglia linguistica" si rivelò utile per comprendere la situazione dell'Europa e dell'Asia. Altri gruppi di lingue mostrarono strette affinità, attribuibili anch'esse a legami di parentela e ad antenate comuni. Vennero identificate le famiglie semitica (arabo, ebraico, aramaico, accadico), ugro-finnica (finlandese, ungherese, varie lingue della regione del Volga e degli Urali), dravidica (India meridionale), sino-tibetana. La situazione di altre parti del mondo sembrava però sfuggire a questa categorizzazione. Soprattutto l'estrema frammentazione linguistica dell'Africa, della Nuova Guinea, delle lingue degli aborigeni australiani e dei nativi

americani scoraggiava ogni approccio di ordine genealogico. In queste aree sono parlate moltissime lingue, assai differenti l'una dall'altra, in spazi assai ristretti.

Nella seconda metà del '900 il linguista americano Joseph Greenberg mise in discussione tali convinzioni. Anche in queste aree del mondo sarebbe possibile rintracciare parentele linguistiche a vasto raggio: solo che risulterebbero meno riconoscibili perché risalenti a tempi più remoti, e perché nelle aree in questione si darebbero tutta una serie di condizioni geografiche e culturali che implicano una maggior dispersione e divergenza di lingue e popolazioni. Questa linea di ricerca è stata notevolmente avvantaggiata dall'avvento del computer, che ha consentito di trattare insieme materiale appartenente a molte lingue: sono state così rintracciate relazioni nascoste e remote, che hanno consentito di raggruppare le 6 mila lingue del mondo in 21 ampie famiglie di natura genealogica. A questa classificazione rimanevano estranee solo poche lingue (fra cui, appunto, il *burushaski* e il basco): gli enigmatici "isolati linguistici".

Negli ultimi decenni la ricerca su queste connessioni a vasto raggio è stata ulteriormente approfondita. Abbiamo avuto l'ipotesi della famiglia "dene-caucasica", insieme al tentativo di definire una famiglia "eurasiatica" che raggrupperebbe le lingue indoeuropee con i loro parenti prossimi: lingue ugrofinniche, lingue turche, molte lingue della Siberia, coreano, giapponese, eschimese. Le 21 grandi famiglie del mondo sono state ridotte a 12 macrofamiglie, nelle quali (come nel caso del *burushaski* e del basco) hanno trovato

posto anche gli "isolati linguistici". C'è un'eccezione: nessuno sa dove collocare il sumero, la lingua dell'antica civiltà mesopotamica. Ora si sta tentando il passo finale: stabilire l'albero genealogico delle 12 macrofamiglie stesse. La presenza di talune affinità consentirebbe di stabilire tempi e modi con cui queste sarebbero discese per divergenza da una lingua originaria. Questo albero genealogico ha avuto l'avallo dei genetisti, *in primis* Luigi Luca Cavalli Sforza e Alberto Piazza: le concordanze con l'albero ricostruito sulla base delle mutazioni geniche sarebbero numerose e pervasive.

Molti linguisti non sono d'accordo, e avanzano obiezioni metodologiche e controesempi. Soprattutto, essi notano che in molti casi le lingue sono simili non perché divergono da antenate comuni, ma perché si influenzano vicendevolmente, coesistendo fianco a fianco nei medesimi ambienti. Il modello puramente genealogico sottovaluterebbe così le convergenze di tipo "ecologico": prestiti, calchi, traduzioni linguistiche avrebbero un ruolo altrettanto importante.

Come sempre, le controversie sono il potente motore di sviluppo della ricerca scientifica. Presto emergeranno altre sorprese, e quadri ancora più ampi.

Gianluca Bocchi

**Eraclito aveva ragione:**  
"Noi non siamo cose, ma fiamme...". Noi siamo, come tutte le cellule, processi di metabolismo, reti di processi chimici, reazioni chimiche altamente attive, accoppiate all'energia.

**Karl Popper**



## Filmati dei motori formato molecola

I carrelli della teleferica salgono e scendono portando il materiale, zattere scendono lungo i canali. L'affaccendata città è una cellula, osservata nei suoi meccanismi interni attraverso l'"*imaging*", nuova frontiera tecnologica che combina biologia, biochimica, tecnologie ottiche ed elettronica. Se n'è avuto un saggio entusiasmante a Bergamo Scienza quando il finlandese Kai Simons ha presentato un assemblaggio di video a studenti incantati. Simons è considerato uno dei migliori scienziati della sua generazione, e con il suo staff è un pioniere dell'"*imaging*". È stato il direttore dell'Embl, il laboratorio europeo di biologia molecolare che si trova a Heidelberg, e nel '98 è stato chiamato a sviluppare il neonato "Max Planck" Institut di biologia molecolare e genetica di Dresda, diventato in pochi anni leader in Europa.

Simons già negli anni '80 aveva compreso la necessità di sviluppare nuove strategie per spiegare i meccanismi cellulari a livello molecolare. Le sue ricerche, che riguardano i meccanismi di trasporto delle cellule epiteliali e dell'organizzazione della membrana cellulare, hanno riflessi sull'immunologia e sui meccanismi di segnalazione dell'infezione. "La cellula - spiega lo scienziato - resta la chiave di volta per comprendere i meccanismi della vita, e è oggi chiaro che centinaia di geni sono coinvolti nel controllo di complicati processi di sviluppo. Le strategie sperimentali stanno perciò associando alla genetica altre indagini che diano la possibilità di osservare dentro la cellula dove sono le proteine e come funzionano". La tecnica più recente è l'"*imaging*" con il microscopio a fotoni che penetra a fondo in un tessuto e con la Gfp, una proteina verde fluorescente usata come marcatore che ha messo in grado i biologi di utilizzare la videomicroscopia per seguire le dinamiche cellulari.

Il gruppo di Simons è riuscito per esempio a mappare le vie che prendono le proteine dal "complesso di Golgi" alla superficie della cellula. "La cellula è una macchina di spaventosa efficienza" dice Roberto Sitia, biologo del San Raffaele. "Quelle che producono anticorpi ne creano tremila al secondo, tutti perfetti.

In tre giorni producono una quantità di anticorpi pari al loro peso. Le autostrade cellulari, i microtubuli che vanno dal nucleo verso la superficie della cellula hanno una dentellatura alla quale si agganciano le sacche piene di anticorpi. Intorno alle tecniche di *imaging*, che hanno reso possibile vedere tutto questo, si stanno sviluppando campi di ricerca affascinanti e di vastissima applicazione farmacologica, medica e industriale che uniscono biologia cellulare, biologia molecolare, computer, robotica". Un campo nel quale, per inciso, l'Italia non investe.

Attraverso l'"*imaging*" sono stati scoperti i "motori cellulari", proteine come la kinesina che si muove utilizzando come carburante la molecola Atp, e che brucia una molecola per percorrere un

nanometro, cioè un miliardesimo di metro. Studiare questi meccanismi apre la strada alla progettazione di biochips alimentate a motori molecolari da usare come sensori o come imitatori di funzioni biologiche. Un altro motore molecolare è la Rna-polimerasi che legge il codice del Dna e lo trascrive in una molecola corrispondente di Rna. Un passo verso la costruzione di motori su scala molecolare è stato fatto recentemente da gruppi di ricerca dell'Università di Gerusalemme e da quella della California, a Los Angeles: sono riusciti a far ruotare di 144° sul suo asse una molecola formata da atomi di idrogeno, nichel, carbonio e boro stimolata con la luce, e a controllarne il movimento. Il passo successivo sarà di riuscire a compiere un'intera rotazione e modulare lo stop: si avrebbe così un interruttore molecolare. Un altro gruppo è riuscito a costruire un microtubulo artificiale e a farci correre la proteina. "Dall'incontro di campi di ricerca molto diversi escono sempre grandi sviluppi scientifici e tecnologici - nota Sitia -, le nanotecnologie sono destinate a diventare cruciali in una situazione di carenza energetica dove il "grande" sarà sempre più penalizzato. I motori molecolari copiati dalla cellula avrebbero applicazioni industriali enormi".

Susanna Pesenti

# E la stessa mappa è disegnata dalla genetica

**M**olti linguisti si stanno sempre più convincendo che le lingue parlate oggi siano figlie di un'unica lingua-madre, e che si siano scisse e differenziate con il migrare delle popolazioni nei vari territori che lentamente la specie umana conquistava. Il mito della Torre di Babele potrebbe essere l'eco, in epoca storica, di queste dinamiche ben più ancestrali. Luigi Luca Cavalli Sforza, grande genetista italiano - ma americano dal punto di vista professionale: è professore emerito a Stanford -, è intervenuto a Bergamo Scienza due settimane fa. Con i suoi studi ha mostrato che l'albero che descrive le parentele delle popolazioni umane dal punto di vista genetico, a partire da un nucleo originario comparso in Africa centrale, coincide in modo sorprendente con l'albero genealogico delle lingue. Questa scoperta è anche il segno di un'altra novità molto importante sul piano epistemologico: sono le stesse scienze oggi a intrecciarsi, a ibridarsi. Dopo una lunga stagione di protezionismo, si stanno anch'esse globalizzando. Uno straordinario libro di Alfred Kallir di qualche anno fa, *Segno e disegno, psicogenesi dell'alfabeto* (Spirali, euro 24,24), ad esempio, abbattendo storiche barriere, ha iniziato a ricostruire alcuni rapporti primitivi tra disegno, espressione vocale e alfabeto. Kallir ha messo in luce ad esempio come un po' in tutte le lingue la "A" sia l'uomo (in greco antico *ánthropos*), la "B" (o la "V", che originariamente è la stessa lettera) la donna, la "G" (o "C", "K", "Q") la donna che ha concepito e dunque il bambino, la "E" e la "F" la nascita, l'evento, la "O" l'apertura, la bocca: tutti questi "significati originari", nei quali riconosciamo ancora disegni stilizzati, hanno avuto declinazioni straordinariamente simili in civiltà molto diverse, e si riverberano dall'ebraico al sanscrito, dal latino all'arabo, fino all'inglese contemporaneo. Le ricerche sui graffiti rupestri preistorici - ad esempio quelle di Emmanuel Anati in Valcamonica - indagano nella stessa direzione. L'umanità, circa 50 mila anni fa, si sarebbe espressa con una serie di graffiti che non erano solo disegni occasionali ma segni codificati, "ideogrammi" - un po' come quelli usati oggi in Cina - che rappresentavano visivamente una situazione, in modo molto stilizzato. Essi sarebbero più o meno uguali da un capo all'altro del mondo, dalle valli alpine a quelle indiane, creando dunque non solo una lingua ma anche una scrittura comune.

**Professore, i suoi studi dimostrano che esiste un'unica specie umana. Come mai gli animali si sono così radicalmente differenziati e l'uomo no?**

"La ragione è molto semplice: la nostra è una specie molto giovane. L'uomo si è sviluppato varie volte sulla Terra, però molte di queste specie sono state abortite, sono finite, e oggi non esistono più: l'ultima è stata quella dell'Uomo di Neanderthal, comparso 5/600 mila anni fa, e poi estinto. E' come un nostro lontano zio, i cui figli sono morti: noi siamo i discendenti di suo fratello, che invece ha continuato a riprodursi. Questo individuo è rimasto a lungo in Africa, a un certo punto però ha avuto uno sviluppo molto brillante e ha ripopolato tutto il mondo. In esso c'erano già altri uomini, un po' diversi, che non ce l'hanno fatta nella concorrenza, o comunque per qualche altro motivo sono scomparsi. Noi abbiamo avuto un enorme successo molto in fretta: non abbiamo avuto il tempo per differenziarci troppo".

**Il suo ultimo libro si intitola *L'evoluzione della cultura. Proposte concrete per studi futuri* (Codice Edizioni, pp.145, euro 14). Lei è un genetista: perché si interessa sempre più a problemi culturali?**

"Perché mi sono reso conto che nella storia dell'evoluzione umana la cultura ha avuto un'importanza fondamentale. La sua trasmissione è molto diversa da quella genetica. Lamarck all'inizio dell'800 propose una teoria della trasmissione ereditaria che era sbagliata per la biologia, ma che per la cultura è invece ottima. Sosteneva che ciò che noi sviluppiamo durante la vita siamo in grado di passarlo ai figli. E' chiaro invece che l'atleta non può affatto trasmettere i suoi muscoli alla generazione che lo segue, al massimo passerà, dal punto di vista genetico, la capacità potenziale di formarsi quei muscoli, ma poi ognuno deve plasmare il proprio fisico, con fatica. L'allenamento del padre serve solamente a insegnare al figlio una certa tecnica, magari un certo stile di vita. Tutto quello che noi abbiamo imparato, questo si lo possiamo trasmettere ai figli, se essi lo accettano: la trasmissione culturale è esattamente "lamarckiana".

**E' come se l'uomo avesse due Dna: uno genetico, l'altro alfabetico.**

"E' esattamente così. Io, assieme a Paolo Menozzi e Alberto Piazza, ho realizzato, attraverso un lavoro durato 14 anni, uno studio di tutto quello che era stato pubblicato sulle frequenze dei geni nell'uomo (in *Storia e geografia dei geni umani*, Adelphi, pp. 793, euro 21,69, ndr). Abbiamo messo in un calcolatore tutta la massa di dati esistenti in letteratura, ma per far questo avevamo bisogno di un quadro di riferimento. Ora, una mappa di tutte le popolazioni



umane non è mai stata fatta dagli antropologi, ne hanno studiate alcune centinaia ma non era sufficiente per creare uno schema adatto ai nostri scopi. I linguisti invece lo avevano fatto: hanno compilato l'elenco di tutte le lingue storiche e hanno cercato di organizzarlo secondo quella che ritengono possa essere stata la vicenda delle loro divisioni. Non c'è accordo fra di loro su cosa sia realmente accaduto, ci sono idee un po' diverse, e la loro ricostruzione non è mai risalita all'inizio della storia umana. Noi genetisti invece abbiamo dei metodi molto più potenti, e ci siamo arrivati: oggi in sostanza siamo in grado di tracciare la genealogia di tutti gli uomini viventi, e siamo sicuri che è valida. L'abbiamo anche verificata con due approcci differenti, sui maschi e sulle femmine, e dà gli stessi risultati".

**Non è incredibile? Riuscire a fare questa sorta di "archeologia interna", scoprire il passato non scavando nei siti micenei ma nei nostri geni?**

"Lo trovo affascinante, naturalmente. D'altra parte mi rendo anche conto che non può essere diversamente. Ci sono dei limiti, e li conosciamo molto bene, ma non sono decisivi. Per esempio, per la linea femminile dobbiamo usare i mitocondri, che hanno un cromosoma piccolino, quindi l'informazione è più limitata. Il cromosoma "y" invece, che ci serve per la genealogia maschile, è molto più grande e ha una storia pulitissima, incredibilmente limpida. Dunque sì, sono d'accordo con lei che questo sia un fatto straordinario, un colpo di fortuna: oggi abbiamo di fronte dei dati estremamente utili e semplici da interpretare".

**Vi aspettavate un convergenza del genere tra linguistica e genetica?**

"Abbiamo preso la classificazione delle popolazioni in base alle lingue, e ci è servita per creare uno schema in cui inserire i dati che avevamo sui geni, e organizzarli in modo ragionevole. Non si trattava necessariamente di uno schema evolutivo: era un incasellamento piuttosto rigido. Alla fine però ci siamo accorti che l'evoluzione delle lingue aveva delle somiglianze enormi con quella dei geni. Del resto già Darwin, in un'edizione dell'*Origine delle specie*, aveva previsto proprio questo, facendo quasi una "profezia": se noi conoscessimo l'evoluzione dei geni - scriveva - potremmo capire l'evoluzione delle lingue. Oggi sta accadendo".

**Lei ha messo insieme "storia" e "geografia" dei geni. Le due discipline avevano un po' divorziato... Tomano insieme?**

"Aver intrecciato i due approcci per noi è stato fondamentale. Storia e geografia devono essere spiegate l'una con l'altra: la storia è il tempo, la geografia lo spazio, non si può comprendere un aspetto senza capire l'altro. Ai miei tempi si studiavano insieme, i libri erano separati ma la materia era considerata unica: era un buon approccio, mi pare".

**Molta attenzione stanno attirando i "geni dormienti"?**

"C'è in effetti una larga parte del Dna umano che non fa niente, o almeno così pare a prima vista. In realtà ci stiamo accorgendo che hanno funzioni diverse, ancora da indagare. Ce ne sono altri però che ripetono a lungo le stesse sequenze, e si direbbero davvero inutili. Qualche volta diventano anche pericolosi: migrano da un cromosoma all'altro, e possono provocare malattie gravi".

**Come può accadere?**

"La cellula umana ha molto tempo per duplicare il suo Dna, e ha agio di produrre eventualmente anche del materiale, in un certo senso, inutile. Negli organismi più elementari, che si riproducono molto più in fretta di noi, c'è invece un'assegnazione e un controllo molto più rigido: essi non hanno il cosiddetto "Dna inutile". Se ne avessero, la sua riproduzione farebbe perdere del tempo: lì la selezione naturale ha agito, spazzando via ciò che era di troppo. Nei batteri l'uso del materiale genetico è così preciso e al tempo stesso così limitante perché non si possono permettere "distrazioni"".

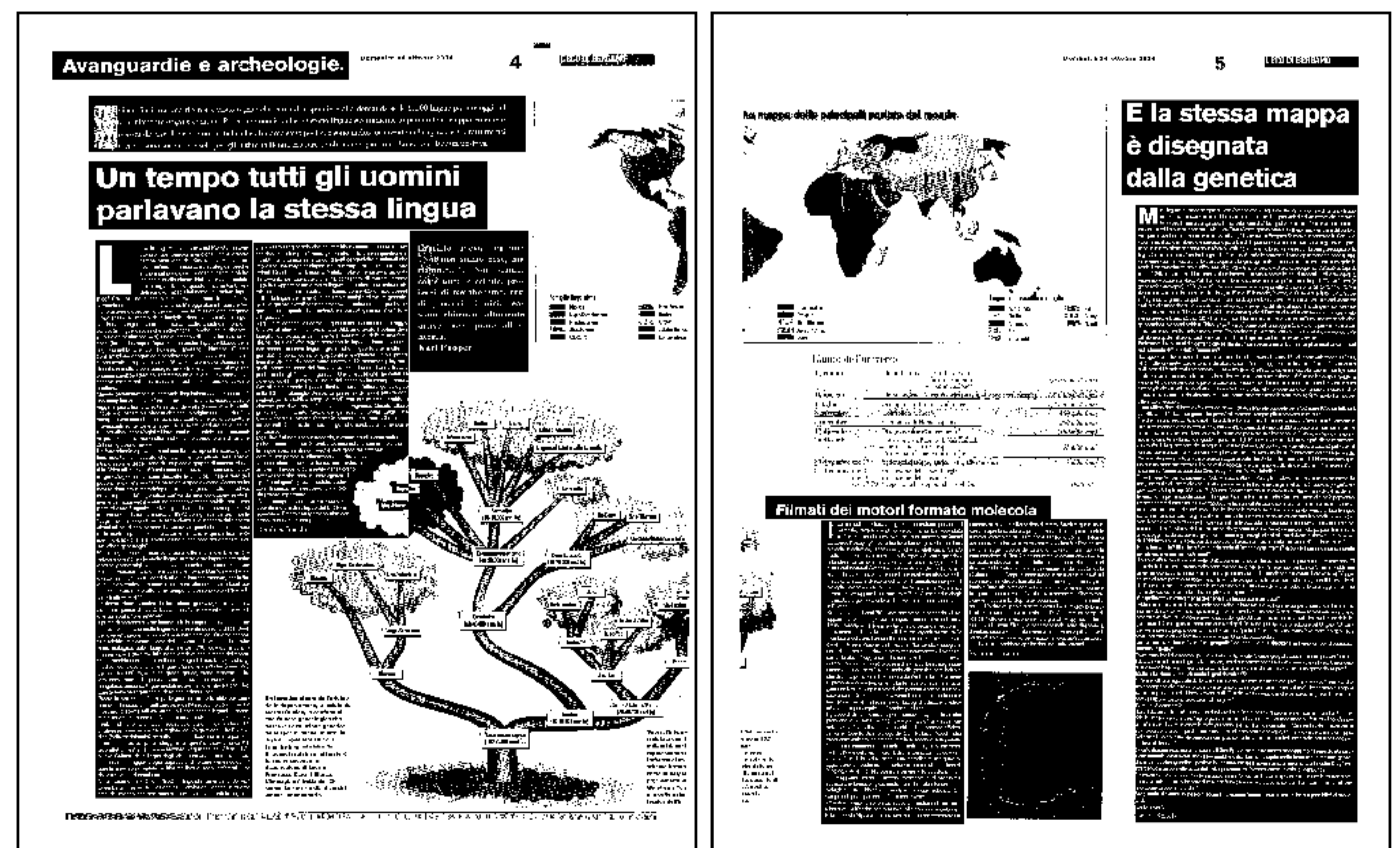
**L'uomo dunque è più pigro nel copiare il Dna. Eppure se questo nostro meccanismo ha resistito alla selezione naturale, deve avere anch'esso qualche utilità. Lei ha spiegato molto bene che le malattie genetiche e le mutazioni genetiche positive in una fase iniziale si somigliano: gli errori che fa il nostro Dna, forse attardandosi un po' nella corsa della vita, possono trasformarsi anche in colpi di genio, no?**

"Le malattie genetiche sono dovute a mutazioni, non c'è nessun dubbio su questo, ma non tutte le mutazioni producono malattie. La maggior parte di esse non fa né danni né favori. E ce ne sono anche di vantaggiose, altrimenti l'evoluzione sarebbe impossibile".

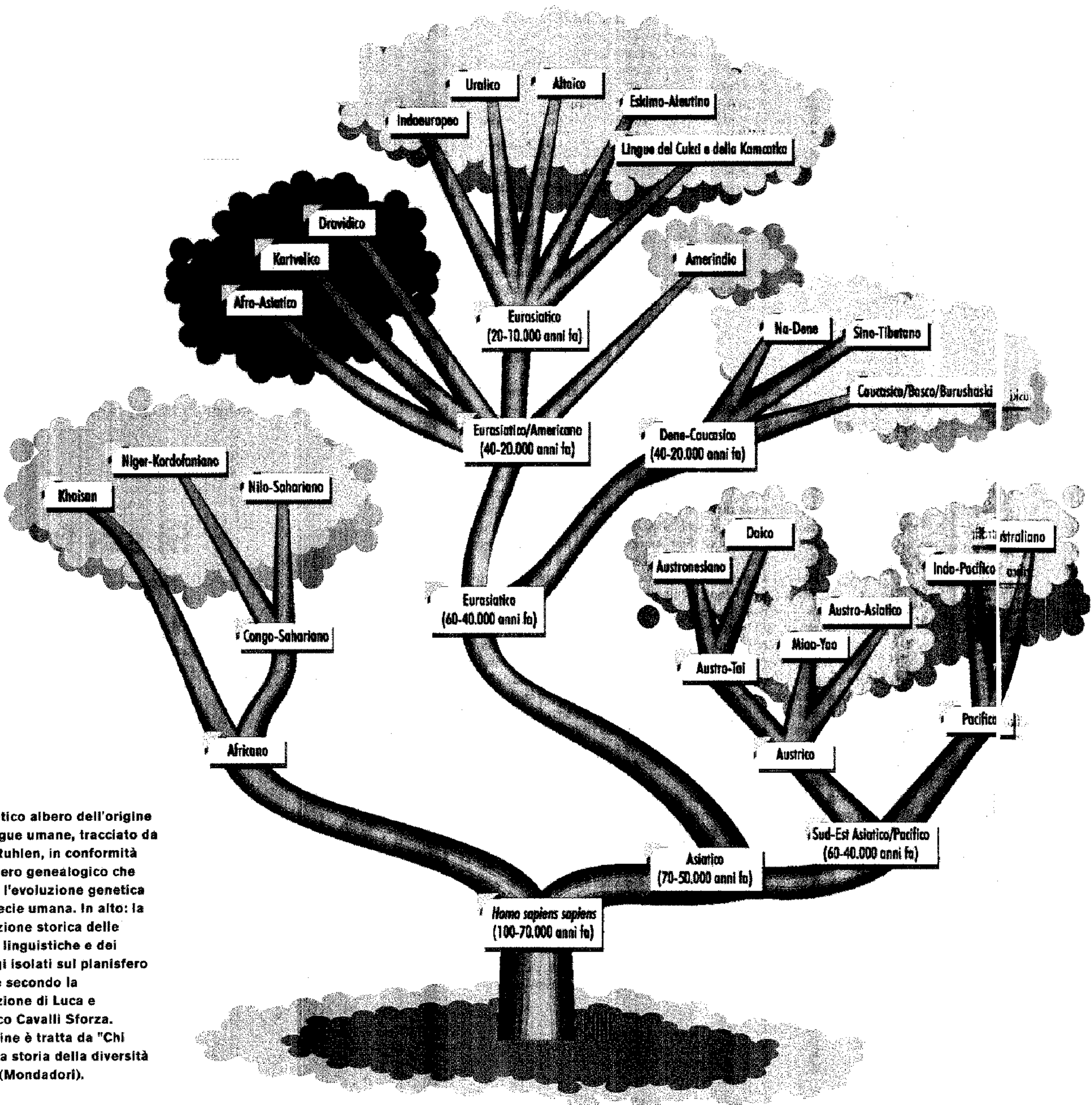
**Sbagliando, si avanza: lo stesso meccanismo espone l'uomo al rischio ma anche alla possibilità di migliorarsi...**

"Certo, è così".

Carlo Dignola



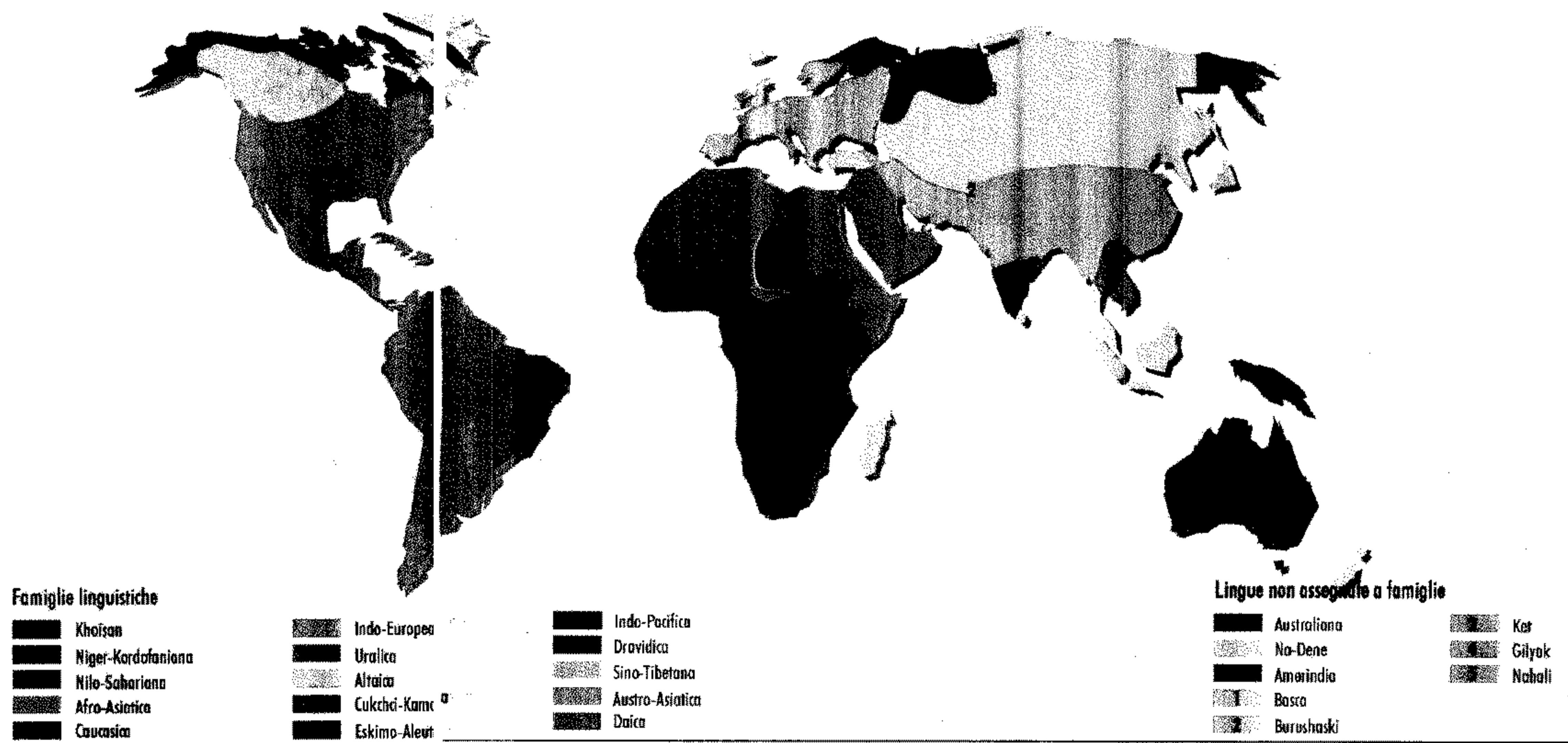




Un ipotetico albero dell'origine delle lingue umane, tracciato da Merritt Ruhlen, in conformità con l'albero genealogico che descrive l'evoluzione genetica della specie umana. In alto: la distribuzione storica delle famiglie linguistiche e dei linguaggi isolati sul planisfero terrestre secondo la ricostruzione di Luca e Francesco Cavalli Sforza. L'immagine è tratta da "Chi siamo. La storia della diversità umana" (Mondadori).



La mappa delle principali parlate del mondo



## L'anno dell'universo

1 gennaio	Homo habilis - grande cervello - primi strumenti - comunicazione?	2,5 milioni di anni
10 maggio	Homo ergaster (erectus africano) espansione extraeuropea	1,8 milioni di anni
1 luglio	Scomparsa ultimi australopiteci	1,2 milioni di anni
3 novembre	Controllo del fuoco	400 mila anni
5 dicembre	Comparsa di Homo sapiens	200 mila anni
17 dicembre	Prime sepolture intenzionali	100 mila anni
26 dicembre	Estinzione dell'uomo di Neandertal Homo sapiens in Europa Prime manifestazioni artistiche	35 mila anni
30 dicembre ore 17	Sedenterizzazione, agricoltura, allevamento	8 mila anni
31 dicembre ore 3 ore 10 ore 23.50	Invenzione della metallurgia Invenzione della scrittura Scoperta della doppia elica del Dna	1953 d.C.

