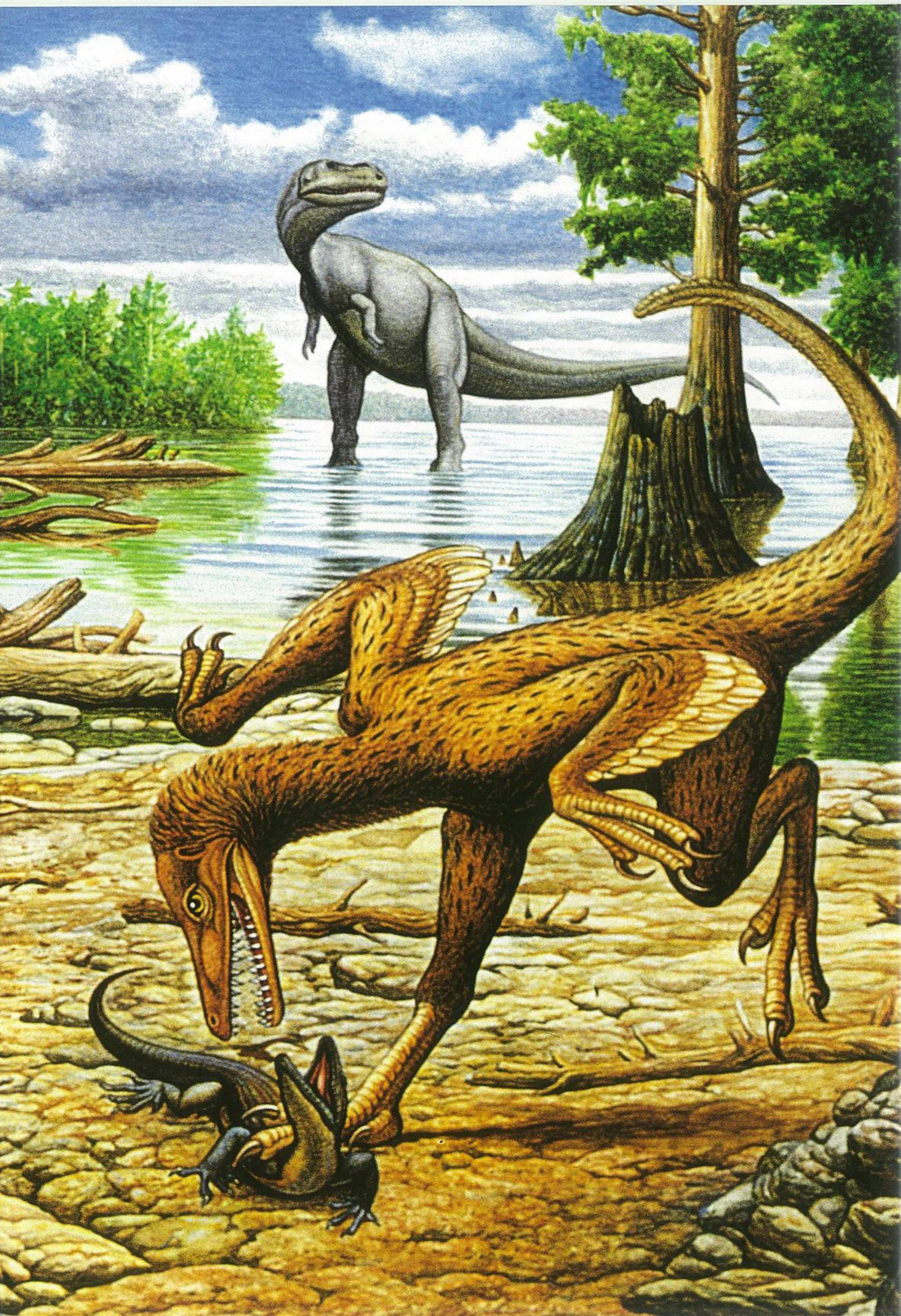


I DINOSAURI PIUMATI DELLA CINA

TESTO
DI PHILIP J. CURRIE
FOTOGRAFIE
DI KEVIN AULENBACK, PHILIP J. CURRIE, EVA KOPPELHUS





Nelle pagine precedenti, raffigurazione pittorica di dinosauri con piume nel loro habitat. (Disegno di Renzo Zanetti).

Previous pages, pictorial reconstruction of feathered dinosaurs in their habitat (Drawing by Renzo Zanetti).

Sotto, cavità in un pendio collinare di Sihetun (Provincia di Liaoning nella Cina nordorientale) dove alcuni agricoltori del luogo hanno scavato alla ricerca dei primi uccelli e dei dinosauri pennuti. L'unico esemplare di Protarchaeopteryx è stato trovato in una delle cavità a sinistra.

Below, pits in a hillside at Sihetun (Liaoning Province of northeastern China) where local farmers have been excavating in their search for early birds and feathered dinosaurs. The only specimen of Protarchaeopteryx came from one of the pits to the left.

Pagina accanto, esemplare di Archaeopteryx rinvenuto nel calcare litografico di Solnhofen, in Germania. L'Archaeopteryx, che risale a 150 milioni di anni fa, è il più antico uccello a noi noto: è provvisto di lunghe penne nelle ali e nella coda.

Opposite, Berlin specimen of Archaeopteryx from the lithographic limestones of Solnhofen, Germany. The earliest known bird, Archaeopteryx lived 150 million years ago; it has long feathers associated with the wings and tail.



Circa un secolo e mezzo fa, a Solnhofen in Germania, furono trovate le prime penne fossili su un uccello risalente a 150 milioni di anni prima. Al volatile venne attribuito il nome di *Archaeopteryx*, che significa "vecchia ala". Diversamente dagli uccelli moderni, esso aveva mandibole provviste di denti, tre dita artigliate per ogni "mano" e una lunga coda ossea. Sebbene queste caratteristiche non siano presenti in alcun uccello della nostra era, le lunghe penne di cui erano dotati gli arti anteriori dell'animale concorrevano alla formazione di ali ed evidenziavano chiaramente una sua parentela con i volatili moderni. La coesistenza di tratti rettiliani e ornitologici fece subito pensare che l'*Archaeopteryx* fosse "l'anello mancante" tra i rettili e gli uccelli. Particolarmente sorprendente era





Intrusivi vulcanici sono stati utilizzati per la datazione di questi strati a Jianshangou (Provincia di Liaoning nella Cina nordorientale). Le date radiometriche provano che le rocce risalgono ad almeno 120 milioni di anni fa, sebbene sia convinzione comune che le rocce da cui si traggono i fossili siano più vecchie di almeno 20 milioni di anni.

Volcanic intrusives have been used to date these beds at Jianshangou (Liaoning Province of northeastern China). The radiometric dates show that the rocks are at least 120 million years old, although it is generally believed that the rocks the fossils are recovered from are at least 20 million years older.

la somiglianza tra il primo uccello e il *Compsognathus*, un dinosauro carnivoro della dimensione di un pollo. Entrambi gli animali erano stati rinvenuti in rocce della stessa epoca e nella stessa regione della Germania. Erano tanto simili l'uno all'altro che, quando, tempo dopo, fu trovato un esemplare di *Archaeopteryx* privo di penne, esso fu scambiato per un *Compsognathus*.

Nel 1868, a pochi anni di distanza dalla pubblicazione del famoso libro di Charles Darwin sull'origine della specie, l'inglese Thomas H. Huxley si convinse che i dinosauri erano strettamente imparentati agli uccelli. Per tutto il resto del diciannovesimo secolo, la maggior parte degli scienziati accettò l'idea che i volatili si fossero evoluti dai dinosauri. Ma agli inizi del ventesimo secolo, nel suo libro sull'origine degli uccelli, uno scienziato

danese di nome Gerhard Heilmann attuò un'accurata analisi delle prove disponibili. Egli concluse che per certo i dinosauri erano strettamente imparentati agli uccelli, ma non potevano esserne gli antenati in quanto mancavano dell'"osso dei desideri" – designato tecnicamente come "furcula" – ben noto a tutti coloro che mangiano il pollo, il tacchino o altri volatili. Quest'antico osso è presente in quasi tutti gli animali – dai pesci all'uomo – dotati di colonna vertebrale, i dinosauri, invece, avevano presumibilmente perso tale furcula. Perciò Heilmann osservò che essi non potevano aver dato origine agli uccelli, i quali continuano ad avere quest'osso: in generale, quando un osso va perso, non lo si riacquista più. Il ragionamento di Heilmann fu accettato all'unanimità, cosicché per la maggior parte del nostro secolo si è creduto che i



Gli scavi di Jianshangou in cui sono venuti alla luce fossili di insetti, pesci, tartarughe e uccelli. Gli esemplari sono stati recuperati spaccando con molta cura i vari strati di roccia.

Excavation site at Jianshangou that has produced fossil insects, fish, turtles and birds. Specimens are recovered by painstakingly splitting the layers of rock.



dinosauri non fossero i diretti antenati degli uccelli, pur ammettendo che essi discendevano da un antenato comune. Ciò che Heilmann non sapeva è che nel 1923, in Mongolia, era stato rinvenuto un dinosauro provvisto di furcula. Sfortunatamente, l'osso dell'*Oviraptor* fu classificato in modo errato per circa mezzo secolo. Anche le furcule di altri dinosauri carnivori passarono inosservate, sia perché erano piccole, sia perché nessuno aspettava che esistessero. Dopo che, nel 1976, la furcula dell'*Oviraptor* fu identificata correttamente, quest'osso è stato riconosciuto, negli anni Novanta, anche in molti altri dinosauri carnivori, fra cui i possenti tirannosauri (*Tyrannosaurus rex*, *Albertosaurus sarcophagus*, *Gorgosaurus libratus* e altri). Molti altri tipi di prova portarono gli scienziati a ritenere che, dopo tutto, gli uccelli discendessero dai dinosauri, ma la teoria era controversa e vivamente contestata da parecchi esperti. Uno di loro disse persino che l'unica prova convincente sarebbe stata la scoperta di un fossile di dinosauro con le penne. Nel 1994 alcuni agricoltori della provincia di Liaoning nella Cina nordorientale trovarono un espediente per incrementare il loro modesto reddito: entro cavità nelle pendici delle colline presero a spaccare tonnellate di rocce alla ricerca di fossili da vendere ai musei e ai turisti. I fossili dal prezzo più alto erano quelli di un uccello chiamato *Confuciusornis*. Al tempo in cui il *Confuciusornis* volava sopra la Cina nordorientale, 140 milioni di anni fa, il clima era temperato e la vegetazione cresceva densa lungo i bordi di un grande sistema lacustre. In quest'area vi erano inoltre vulcani, pertanto, nelle fasi eruttive, lava e cenere uccidevano molti animali, i cui corpi cadevano direttamente nei laghi oppure venivano lì trasportati dai molti fiumi che scorrevano nelle foreste. La cenere vulcanica era sufficientemente fine da

Ricostruzione dello scheletro di un
Sinornithoides youngi.

*Skeletal reconstruction of Sinornithoides
youngi.*

preservare i minimi dettagli delle penne, inoltre, con la sua azione chimica, impediva ai batteri di distruggerle. Sono state queste singolari circostanze che hanno permesso l'eccellente conservazione dei fossili di Liaoning. Un giorno, nello spaccare una lastra rocciosa, Li Yinfang vi trovò, con sua sorpresa, il fossile di un animale dalla lunga coda, grande quanto un pollo, contornato da penne. Comprese che non si trattava del *Confuciusornis*, gli tornarono invece in mente immagini di *Archaeopteryx* viste nei libri di scuola. Si rese conto di aver scoperto qualcosa di molto importante. L'esemplare si era spaccato giusto a metà: la parte destra in un frammento di roccia, la sinistra in un altro. L'uomo pensò che avrebbe potuto trarne un maggior guadagno se avesse venduto le due metà separatamente.

Quando lo incontrammo a Liaoning nel 1997, Li Yinfang aveva un certo luccichio nello sguardo mentre ci raccontava che aveva venduto parte dell'esemplare al Museo Geologico Nazionale della Cina e l'altra metà all'Istituto di Geologia e Paleontologia di Nanjing.

Il primo teropode pennuto mi fu mostrato a Pechino nel settembre del 1996. Il direttore del Museo Geologico Nazionale della Cina, dottor Ji Qiang, il quale aveva la fortuna di possedere questo piccolo, delicato fossile nella collezione del suo museo, aveva invitato me e mia moglie a fargli visita. La vista di quell'esemplare per la prima volta fu uno di quei momenti che si vorrebbe rivivere all'infinito.

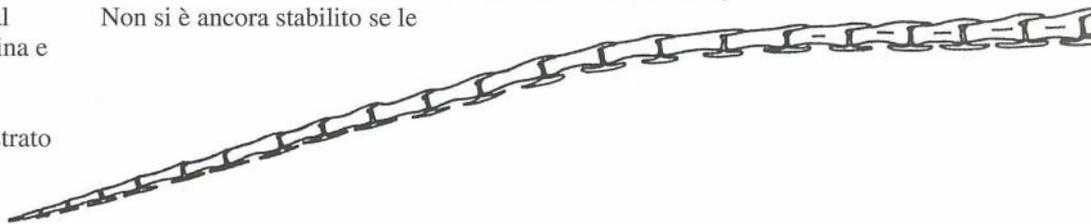
Tempo dopo, in quello stesso anno, Ji Qiang e un suo studente, Ji Shu-an, attribuirono all'animale il nome di *Sinosauropteryx prima*, vale a dire "prima penna di drago cinese". Il primo documento in lingua inglese sull'argomento fu pubblicato nella rivista scientifica *Nature* agli inizi del 1998.

Il *Sinosauropteryx* era un piccolo dinosauro carnivoro (teropode), grande quanto un tacchino. La sua descrizione scientifica si basava su uno scheletro quasi completo, evenienza alquanto rara nel caso di piccoli dinosauri. Il *Sinosauropteryx* ha una coda molto lunga,

composta di 64 vertebre, più di quante ne abbia qualsiasi altro dinosauro carnivoro a noi noto. Gli arti anteriori sono molto corti ma fortissimi. Si immagina, se possibile, di avere un pollice munito di un artiglio lungo quanto la metà del braccio! La caratteristica più straordinaria degli esemplari di *Sinosauropteryx* è il loro rivestimento corporeo simile a penne: essi presentano, infatti, sottili filamenti disposti per lo più lungo il collo, il dorso e la coda. Questi filamenti consistono probabilmente di cheratina, ossia lo stesso materiale di cui si compongono i peli dei mammiferi, il becco e le penne degli uccelli e le "unghie" di tutti gli animali artigliati. Le penne degli uccelli attuali sono costituite da un asse centrale da cui si staccano le barbe, tenute insieme mediante barbule e ganci. Il rivestimento del *Sinosauropteryx* sembra consistere di strutture diramanti più semplici, paragonabili semmai al piumaggio dei moderni volatili al momento della nascita. Non si è ancora stabilito se le

strutture presenti nel *Sinosauropteryx* siano o no, identiche alle penne degli uccelli, pertanto vengono designate come "protopenne". Qualunque sia la definizione scelta, esse servivano probabilmente a isolare il piccolo dinosauro dal freddo e dal caldo: ciò fa pensare che il *Sinosauropteryx* e i suoi parenti più stretti fossero animali a sangue caldo, proprio come la maggior parte degli uccelli e dei mammiferi.

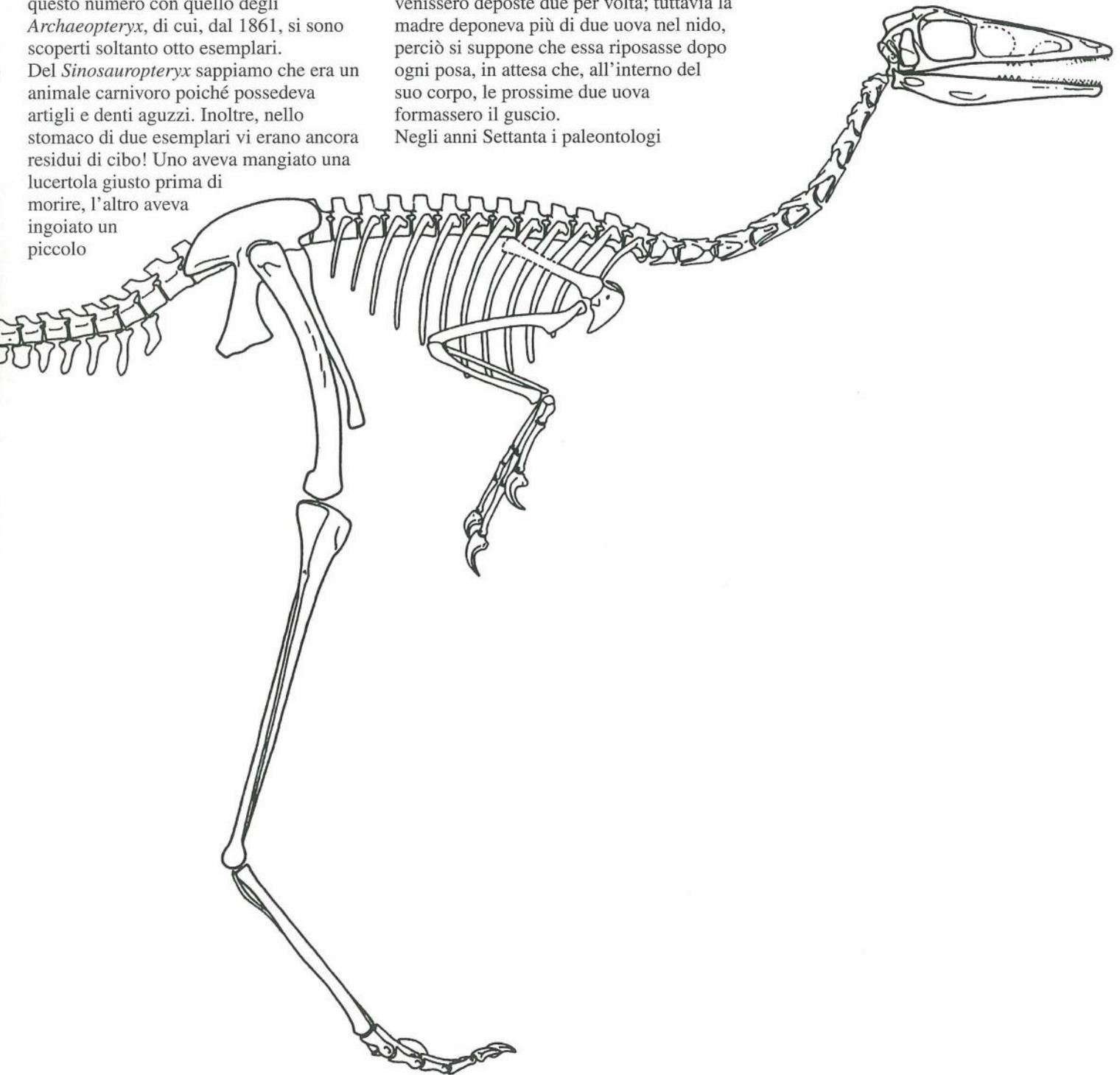
L'area della provincia di Liaoning in cui il *Sinosauropteryx* fu trovato è estremamente ricca di fossili risalenti a 140 milioni di anni fa, fossili di ogni genere: piante, molluschi bivalvi, lumache, conostracani simili a gamberetti, insetti, pesci, rane, tartarughe, lucertole, pterosauri, coccodrilli, dinosauri (psittacosauri, sauropodi, terizinosauri, dromeosauri, *Protarchaeopteryx*, *Caudipteryx*), uccelli e mammiferi. È, questa, un'area incredibile, in quanto è raro trovare,



come qui, tanti fossili di piccola dimensione così ben conservati: in nessun'altra parte del mondo si è rinvenuta una tale abbondanza di fossili d'uccello appartenenti a quell'epoca. Dal 1994 sono stati recuperati in questo sito più di mille esemplari di *Confuciusornis* (così chiamato in onore del famoso filosofo cinese, Confucio). Si confronti questo numero con quello degli *Archaeopteryx*, di cui, dal 1861, si sono scoperti soltanto otto esemplari. Del *Sinosauropteryx* sappiamo che era un animale carnivoro poiché possedeva artigli e denti aguzzi. Inoltre, nello stomaco di due esemplari vi erano ancora residui di cibo! Uno aveva mangiato una lucertola giusto prima di morire, l'altro aveva ingoiato un piccolo

mammifero. L'ottima conservazione dei fossili ci ha persino consentito di sapere che il *Sinosauropteryx* depondeva uova. All'interno di uno degli esemplari, infatti, sono state trovate due uova, collocate nella parte retrostante della cavità del corpo – in posizione troppo arretrata per poter essere il contenuto dello stomaco. Si ritiene, in base alle prove, che le uova venissero deposte due per volta; tuttavia la madre depondeva più di due uova nel nido, perciò si suppone che essa riposasse dopo ogni posa, in attesa che, all'interno del suo corpo, le prossime due uova formassero il guscio. Negli anni Settanta i paleontologi

svilupparono per le origini degli uccelli un interesse maggiore di quanto ne avessero nutrito negli ultimi cinquant'anni. Intervenne allora una controversia tra gli scienziati, in quanto alcuni affermavano che gli antenati degli uccelli erano i dinosauri teropodi, mentre altri reputavano che i volatili discendessero dagli antichi coccodrilli, da



Fossile di Confuciusornis sp. proveniente da Sihetun, Cina, che evidenzia le due piume caudali.

Fossil of Confuciusornis sp. with tail feathers from Sihetun, China.

rettili tecodonti quali l'*Ornithosuchus* o da protorosauri quali l'italiano *Megalancosaurus*. Nel giro di pochi mesi dalla sua scoperta, il *Sinosauropteryx*, divenne il punto focale del dibattito. Alcuni sostenevano che i filamenti del suo rivestimento corporeo non avevano nessuna relazione con le penne; vi fu anzi un gruppo di studiosi che sortì una tesi elaborata per classificarli come fibre di

collagene situate entro la pelle di un collare. Quest'ipotesi, tuttavia, non riusciva a spiegare la presenza delle fibre sul resto del corpo del *Sinosauropteryx*; inoltre la possibilità di conservare fibre di collagene in questo modo fu messa in serio dubbio dalla scoperta di altri due esemplari di *Sinosauropteryx* provvisti del medesimo tipo di rivestimento. I miei colleghi cinesi sono persone



industriose e non se ne stanno, pacati, con le mani in mano mentre altri si disputano sui loro esemplari. Essi, infatti, intrapresero altre ricerche e trovarono ulteriori prove. La prima fu una nuova specie di dinosauro provvisto di penne complesse simili a quelle degli uccelli, e Ji Qiang e Ji Shuan lo chiamarono *Protarchaeopteryx*. Gli oppositori dell'ipotesi che gli uccelli avessero



un'origine teropode ammisero che il *Protarchaeopteryx* era un dinosauro, tuttavia ritennero che esso fosse caduto sopra un uccello e che, dunque, le penne non gli appartenessero. Un più accurato esame rivelò che penne vere e proprie erano impiantate all'estremità della coda e che altre simili a piume coprivano il resto del corpo. In seguito furono rinvenuti due ulteriori esemplari, uno dei quali mentre noi ci trovavamo a Liaoning.

Nel 1997, poco prima di Natale, ritornai in Cina con un tecnico (Kevin Aulenback) per aiutare Ji Qiang e Ji Shuan a redigere la relazione scientifica sul *Protarchaeopteryx*. In quella circostanza scoprimmo che i due nuovi esemplari trovati rappresentavano una terza specie di dinosauro pennuto. Essi, diversamente dal *Protarchaeopteryx*, mancavano della maggior parte dei denti: conservavano soltanto quattro peculiari denti uncinati nella parte frontale della mascella superiore. A questo nuovo animale attribuiamo il nome di *Caudipteryx* (che significa "penna della coda"), per via delle lunghe penne all'estremità della sua coda. Esso possiede arti anteriori corti, provvisti tuttavia di lunghe penne che li fanno assomigliare a piccole ali, con cui non è, però, possibile volare. Prendemmo in seria considerazione la probabilità che questo animale fosse un uccello il quale aveva perso la capacità di volare, ma l'idea risultò inaccettabile: troppe altre caratteristiche dello scheletro attestavano che il *Caudipteryx* era precedente all'*Archaeopteryx*.

In altri termini, il *Caudipteryx* era un dinosauro terrestre il quale aveva cominciato a sviluppare strutture che alla fine sarebbero diventate ali.

Benché la maggior parte degli scienziati reputi che il mistero dell'origine degli uccelli sia stato risolto in modo soddisfacente, le controversie non si placano da un giorno all'altro. Gli oppositori della teoria di un antenato

teropode sostengono che le penne si sono sviluppate per un'esigenza di volo, pertanto qualsiasi animale provvisto di penne è necessariamente un volatile o un animale che ha perso la capacità di volare.

A loro avviso, il *Caudipteryx* e il *Protarchaeopteryx* non possono che essere uccelli, non dinosauri. È, tuttavia, altamente improbabile che una struttura complessa quale la penna sia comparsa all'improvviso nel momento in cui l'uccello ancestrale "decise" di averne bisogno per volare; è di gran lunga più probabile che le penne fossero presenti nell'uccello ancestrale per altri scopi. Una volta che l'antenato si trovò a possedere le penne, esse poterono lentamente adattarsi alla complessa funzione del volo.

Molto tempo prima della scoperta dei teropodi pennuti della Cina, paleontologi quali Robert T. Bakker sostenevano che presto o tardi si sarebbero trovate penne sui teropodi. Il suo ragionamento era semplice: ad un certo punto le penne sarebbero dovute comparire negli antenati degli uccelli, e i dinosauri teropodi erano gli antenati più probabili. Bakker riteneva anche che i dinosauri fossero animali a sangue caldo e, poiché le penne sono un eccellente isolamento, sembrava logico che esse si sarebbero sviluppate per tenere caldi i loro piccoli. La scoperta delle penne nei dinosauri non destò grande sorpresa in quegli studiosi che già credevano nell'evoluzione degli uccelli da questo animale.

Gli scienziati che attualmente riconoscono la penna come il tratto caratterizzante dell'uccello stanno potenzialmente causando un enorme problema ai paleontologi. Il loro è per certo un metodo semplice per distinguere i due diversi gruppi animali, sfortunatamente solo di rado le penne si conservano nel reperto fossile. Per questa ragione i paleontologi si sono dovuti basare sulle caratteristiche dello scheletro, le quali si collegano generalmente a mutamenti dell'ossatura

Uno degli esemplari di *Caudipteryx zoui* conservati presso il Museo Geologico Nazionale della Cina.

One of the specimens of *Caudipteryx zoui* in the National Geological Museum of China.

che hanno permesso agli uccelli di volare e appollaiarsi. Nell'analizzare la posizione sistematica del *Caudipteryx*, abbiamo preso in considerazione più di 75 tratti anatomici coinvolti nella transizione da dinosauro a volatile. Tutte le caratteristiche tranne due ci hanno permesso di dimostrare che il *Caudipteryx* è un animale più primitivo dell'*Archaeopteryx*. Appare dunque molto

improbabile che il *Caudipteryx* si sia evoluto da un animale volante quale l'*Archaeopteryx*: dato che l'*Archaeopteryx* è, per definizione, il più antico esemplare di uccello e rappresenta l'animale più primitivo di questa genealogia ad aver conseguito la capacità di volare, si deduce che il *Caudipteryx* non può esser stato un uccello.

In animali come il *Caudipteryx* e il



Protarchaeopteryx sono presenti molte caratteristiche precedentemente utilizzate per distinguere gli uccelli dai dinosauri; pertanto chi contesta la possibilità che gli uccelli si siano evoluti dai dinosauri, nega anche che alcune di queste caratteristiche siano presenti negli uccelli. Per esempio, i dinosauri teropodi e gli uccelli sono gli unici animali dotati di estensione ossea della caviglia sul davanti del tratto basso della parte inferiore della gamba (tibia o "stinco"). Ciò dovrebbe costituire una validissima prova del fatto che gli uccelli discendono dai dinosauri. Tuttavia, coloro che negano questo tipo di evoluzione, affermano che nei due animali l'estensione della caviglia non è la stessa in quanto proviene da ossi diversi: nel dinosauro si tratta di un'estensione dell'astragalo, mentre – così dicono – nell'uccello è un'estensione dello sperone. È difficile stabilire se la loro tesi sia valida nel caso dell'uccello moderno, poiché tutte queste ossa si sono fuse insieme. Tuttavia, se, come tali esperti credono, il *Caudipteryx* e il *Protarchaeopteryx* sono effettivamente uccelli, è allora fuor di dubbio che il processo ascensionale viene dall'astragalo (non dallo sperone). In altri termini, chi accetta l'idea che il *Caudipteryx* e il *Protarchaeopteryx* siano uccelli, di fatto accetta l'evoluzione degli uccelli dai dinosauri. Le varie caratteristiche confermano la verosimiglianza di questa tesi. Inoltre se le "protopenne" del *Sinosauropteryx* risulteranno essere vere e proprie penne, si potrà pensare, basandosi sulla definizione degli studiosi, che i

teropodi celurosauri siano uccelli. (I celurosauri sono un gruppo strettamente imparentato di dinosauri carnivori che include la maggior parte dei teropodi più piccoli, fra cui il *Sinosauropteryx*, il *Compsognathus*, il *Velociraptor* e l'italiano *Scipionyx*). Poiché il *Tyrannosaurus rex* è un membro più evoluto dello stesso ramo genealogico cui appartiene il *Sinosauropteryx*, ne consegue che anch'esso deve esser stato un uccello. E il discorso non si chiude qui. Non abbiamo alcuna idea di quando siano comparse le prime penne sui dinosauri poiché esse non si conservano facilmente. E se trovassimo fossili di allosauro e di dinosauri ancor più primitivi provvisti anch'essi di penne? Non sto dichiarando che il tirannosauro è un uccello, semplicemente sono convinto che non siano le penne a far di un animale un volatile. Il ritrovamento dei teropodi pennuti della Cina dà motivo di ritenere che tutti i dinosauri celurosauri fossero dotati di penne e che le penne si siano innanzi tutto sviluppate per tener caldi i corpi di questi animali solitamente piccoli. Nel momento in cui essi ebbero le penne, poterono adattarle ad altre funzioni. Da parte nostra, abbiamo ipotizzato che le penne lunghe impiantate negli arti anteriori e all'estremità della coda del *Caudipteryx* fossero probabilmente usate per esibizione. Sembra che i dinosauri, come gli uccelli, loro discendenti, fossero animali alquanto vistosi: molti svilupparono creste, corna e altre caratteristiche appariscenti per

Le lunghe penne dietro l'arto anteriore del Caudipteryx zoui conservato nel Museo Geologico Nazionale della Cina.

Long feathers behind the arm of Caudipteryx zoui in the National Geological Museum of China.

attrarre una compagna o un compagno, per spaventare potenziali nemici e così via. Non sorprende che, appena sviluppate le penne, essi cominciarono a usarle per altri scopi, le penne sono leggere e possono essere colorate. Un'altra ipotesi è che le penne lunghe degli arti anteriori fossero necessarie per coprire le uova quando i genitori covavano nel nido. In Cina e in Mongolia sono stati rinvenuti almeno quattro nidi con esemplari adulti di Oviraptor accovacciati sopra le uova; i loro arti protesi non pervengono a coprire tutte le uova se non con la semplice aggiunta di penne dietro la "mano".

Indipendentemente dalla ragione per cui in origine le penne si allungarono, una volta che l'animale ne fu provvisto, esse gli permisero una certa elevazione e una certa manovrabilità per una piccola corsa. Il processo di selezione può aver portato gradualmente a un ulteriore allungamento delle penne e, quindi, al volo.

I dinosauri pennuti scoperti in Cina sono considerati una delle maggiori scoperte paleontologiche del ventesimo secolo. Mentre ci inoltriamo nel ventunesimo, essi continuano a fornirci informazioni sui misteri che circondano il piumaggio degli uccelli e l'origine del volo.

Esemplari di *Sinosauropteryx*, di *Caudipteryx*, di *Confuciusornis* e di *Protarchaeopteryx* provenienti dal Museo Geologico Nazionale della Cina (con sede a Pechino) sono stati esposti negli Stati Uniti (al Carnegie Museum of Natural History di Pittsburgh, al Field Museum of Natural History di Chicago, al Yale Peabody Museum di New Haven e nella sede centrale del National Geographic di Washington, D.C.) nel corso del 1998 e del 1999. Il pubblico e gli scienziati hanno avuto un'ulteriore possibilità di vedere questi singolari reperti presso il Royal Tyrrell Museum of Palaeontology

di Drumheller (Alberta) nell'estate del 1999. Successivamente saranno esposti in uno spettacolare nuovo museo dei dinosauri in fase di completamento a Changzhou nella Cina centrale. Uno degli esemplari del *Sinosauropteryx* appartenente alla collezione dell'Istituto di Geologia e Paleontologia di Nanjing ha fatto il giro delle città del Giappone durante la maggior parte del 1999. Infine, un museo molto bello, dedicato agli uccelli e ad altri importanti fossili di Liaoning, sarà inaugurato quest'anno accanto ai siti di scavo nei pressi di Beipiao.

Bibliografia

- Heilmann G., 1927, *The Origin of Birds*, Dover Books, New York 1972; ristampa della prima edizione inglese pubblicata da D. Appleton and Company. Questo libro è stato pubblicato per la prima volta in danese nel 1916, 210 pagine.
- Currie P.J., 1991, *Flying Dinosaurs*, Discovery Press, Red Deer, 160 pagine, Alberta.
- Currie P.J.; Padian K. (a cura di), 1997, *Encyclopaedia of Dinosaurs*, Academic Press, San Diego, 869 pagine.
- Morell V., 1997, *The Origin of Birds: the Dinosaur Debate*, Audubon Magazine, aprile, p. 36-45.
- Chen P.J.; Dong Z.M.; Zheng S.N., 1998, *An Exceptionally Well-preserved Theropod Dinosaur from the Yixian Formation of China*, Nature, vol. 391, p. 147-152.
- Currie P.J., 1998, *Caudipteryx discovered*, National Geographic, vol. 194, luglio, p. 75-99.
- Ji Q.; Currie P.J.; Norell M.A.; Ji S.A., 1998, *Two Feathered Dinosaurs from North-eastern China*, Nature, vol. 393, p. 753-761.
- Padian K.; Chiappe L.M., 1998, *The Origin of Birds and Their Flight*, Scientific American, vol. 278, n. 2, p. 38-47.
- Shipman P., 1998, *Taking Wing: Archaeopteryx and the Evolution of Bird Flight*, Simon & Schuster, New York, 336 pagine.



