

Editori: NICOLA ZANICHELLI - Bologna; FÉLIX ALCAN - Paris; DAVID NUTT - London;
AKAD. VERLAGSGESELLSCH. m. b. H. - Leipzig; G. E. STECHERT & Co. - New York;
RUIZ HERMANOS - Madrid; RENASCENÇA PORTUGUESA - Porto; THE MARUZEN COMPANY - Tokyo.

“SCIENTIA,,

RIVISTA INTERNAZIONALE DI SINTESI SCIENTIFICA
Si pubblica ogni mese (in fascicoli di 100 a 120 pagine ciascuno).

Direttore: EUGENIO RIGNANO

Abbonamento: L. 130, Fr. 200, Sh. 40, RM. 35, Doll. 10. Uff. della Rivista: Via A. De Togni, 12 - Milano (116).

D. ROSA

IL VALORE DELLA LEGGE BIOGENETICA

Estratto da «Scientia» - Novembre 1928

“SCIENTIA,,

È L'UNICA RIVISTA italiana a diffusione veramente mondiale.

È L'UNICA RIVISTA di sintesi e di unificazione del sapere che tratti delle questioni fondamentali di tutte le scienze: storia delle scienze, matematica, astronomia, geologia, fisica, chimica, biologia, psicologia e sociologia.

È L'UNICA RIVISTA che a mezzo di inchieste fra i più eminenti scienziati e scrittori di tutti i paesi (*Sui principi filosofici delle diverse scienze; Sulle questioni astronomiche e fisiche più fondamentali all'ordine del giorno; Sul contributo che i diversi paesi hanno dato allo sviluppo dei diversi rami del sapere; Sulle più importanti questioni biologiche; Sulle grandi questioni sociali ed economiche internazionali*), studi tutti i massimi problemi che agitano gli ambienti studiosi e intellettuali, e rappresenti un vero primato italiano nel campo del sapere.

È L'UNICA RIVISTA che possa vantare tra i suoi collaboratori i più illustri scienziati di tutto il mondo. Un elenco di più che 350 di essi trovasi riprodotto nella quarta pagina della presente copertina.

Gli articoli vengono pubblicati nella lingua dei loro autori, e ad ogni fascicolo è unito un supplemento contenente la traduzione francese di tutti gli articoli non francesi. La rivista è così completamente accessibile anche a chi conosca, oltre la propria, la sola lingua francese. (Chiedere un fascicolo di saggio gratuito al Segretario Generale di «Scientia», Milano, inviando — a puro rimborso delle spese di posta e di spedizione — lire due in francobolli).

Segretario Generale: DR. PAOLO BONETTI.

IL VALORE DELLA LEGGE BIOGENETICA

La « legge biogenetica fondamentale » (così chiamata da Haeckel nel 1866) dice pressapoco così:

« L'ontogenesi è una ricapitolazione della filogenesi, alterata però dalla cenogenesi ». Cioè: l'individuo, nel suo sviluppo dall'ovo all'adulto, ripete rapidamente e sommariamente la sua storia genealogica, la serie degli stadii pei quali era passata, attraverso le epoche geologiche, la sua stirpe (*phylum*). Codesta ricapitolazione presenta però delle alterazioni (cenogenetiche) corrispondenti alle speciali condizioni dello sviluppo individuale.

Evidentemente la legge biogenetica implica la teoria dell'evoluzione; ma affermando la detta legge si è appunto voluto dire che solo mediante essa i fenomeni dell'ontogenesi riescono comprensibili, avendosi così un poderoso argomento in favore della suddetta teoria. È in massima parte per ciò che la legge è stata continuamente discussa. E non sempre spassionatamente.

Io non mi occuperò di codesto « valore probativo » della legge in questione. Chi non ha una *forma mentis* tale che gli permetta di credere, in pieno secolo xx°, che, per es., un primo cammello sia potuto venire al mondo senza padre nè madre, così, come una materializzazione spiritica, costui dovrà inevitabilmente accettare la teoria dell'evoluzione fino a che essa non sia formalmente contraddetta dai fatti.

È dunque su questa base che io esaminerò quale validità abbia conservato, dopo oltre sessant'anni, la legge biogenetica.

Facciamo dapprima una constatazione sulla quale oramai ci troviamo tutti d'accordo. Questa legge non deve essere intesa in senso letterale. Anche se non intervenissero altera-

zioni, l'ontogenesi non potrebbe mai ricapitolare veramente la filogenesi.

Ciò per l'ovvia ragione che se da due ova nascono individui di due specie, fra queste ova ci deve essere qualche differenza corrispondente a quella, visibile, che v'ha fra gli adulti delle due specie. In ciascuna specie l'ontogenesi ha dunque un punto di partenza suo proprio; e come è diverso il primo stadio sono necessariamente diversi i successivi.

Questa correzione ha grande importanza teorica, ma se n'è esagerato il valore pratico, tali differenze non potendo cancellare le caratteristiche comuni, in qualunque stadio, alle specie di uno stesso gruppo.

Più importante praticamente è l'osservazione che le strutture transitorie dell'ontogenesi (strutture, per solito, di carattere embrionale ed incapaci di funzione) non potrebbero spesso corrispondere che vagamente a strutture definitive di antenati. Esse potranno pur sempre darci un'idea della costituzione fondamentale di queste ultime.

Bisogna inoltre tener subito conto delle così comuni « eterocronie ». Un organo può comparire già in stadii precoci in cui tutto il resto dell'embrione ricorda forme inferiori nelle quali quell'organo non poteva ancora esistere; inversamente, strutture che dovevano essere presenti già in remoti antenati spesso nell'ontogenesi compaiono tardissimo.

Da ciò deriva che raramente si potrà stabilire un parallelismo completo fra uno stadio dell'ontogenesi globale e uno stadio della filogenesi; il più delle volte la legge biogenetica non dovrà verificarsi per l'organismo in complesso ma solo per le sue singole strutture.

Prima dunque di esaminare se la legge biogenetica sia giustificata noi dobbiamo constatare che, ad ogni modo, essa non sarebbe sostenibile se non intendendovi introdotte le esposte restrizioni.

Ma questo parallelismo fra l'ontogenesi e la filogenesi esiste realmente?

È ovvio che non si possa dimostrare direttamente un parallelismo fra due serie una sola delle quali sia nota. Ma che le serie filogenetiche ignote siano state approssimativamente parallele alle ontogenetiche note è stato soprattutto suggerito dal seguente fatto:

Conosciamo organismi (viventi o fossili) di diversa elevatezza. Noi, basandoci in generale più sull'interna struttura

che sull'apparenza esterna, possiamo scegliere fra essi in modo da costituire delle serie di progressiva complicazione che, evitando i rami troppo divergenti, conducano gradatamente da organismi più semplici a taluno dei più complessi. Oppure possiamo costituire simili serie per singoli organi. Tali serie non sono evidentemente costituite dai veri antenati di questi organismi più complessi, ma esse ci danno una prima idea dei passaggi attraverso i quali si sarebbero potuti evolvere filogeneticamente questi organismi o questi loro organi.

Ora, nel loro sviluppo ontogenetico, codesti organismi o almeno codesti loro organi passano attraverso una serie di stadii i quali, almeno in un numero grandissimo di casi, mostrano un'evidente concordanza cogli stadii che costituiscono le suddette serie. Ciò era già stato constatato da gran tempo. (Oken, Meckel, De Serres, etc.).

Il fatto che dalla sistematica anatomica (inclusavi anche la paleontologica) e dall'embriologia ci vengano indicazioni abbastanza concordanti circa la via per la quale si perviene ad una data struttura ci fa naturalmente pensare che una via non troppo dissimile sia stata quella effettivamente percorsa dall'evoluzione filogenetica di quella struttura.

La legge biogenetica non è appunto altro che la naturale interpretazione evoluzionistica di quell'accordo, interpretazione accennata già da Darwin (1859) ed ampiamente sviluppata poi da Fritz Müller (1864) e da Haeckel (1866...).

Rilevo qui espressamente che codesti parallelismi fra le serie sistematiche e le serie costituite dalle successive fasi dello sviluppo ontogenetico sono stati constatati in modo indubbio in un numero notevole di casi e che il numero di tali casi cresce a dismisura quando, invece di considerare l'organismo in complesso, consideriamo solo singole sue strutture, liberandoci così dalle complicazioni dell'eterocronia. È poi assolutamente triviale il fenomeno di strutture che, permanenti nelle forme inferiori (viventi o fossili) di un gruppo, non fanno nelle forme superiori di esso che un'apparizione transitoria durante lo sviluppo individuale.

Alcuni hanno creduto di invalidare la legge biogenetica coll'osservare che per giungere all'adulto di una data specie si deve necessariamente passare per quegli stessi stadii che sono effettivamente percorsi dall'ontogenesi di questa.

Certo, se l'ontogenesi percorre tali stadii è perchè, data la costituzione dell'ovo di quella specie, essa non potrebbe

fare altrimenti. Ma essi intendono dire che se un ovo contiene in potenza certe determinate strutture embrionali è appunto perchè senza di esse lo sviluppo di un individuo di quella specie non sarebbe possibile.

Per moltissime strutture ciò è certamente vero. Ma ciò non contraddice per nulla alla legge in questione, dice solo che anche nell'ipotesi delle creazioni dirette quelle strutture sarebbero comprensibili. Si tratta, infatti, di uno di quei « finalismi » che, come ha ben mostrato il Rignano, non escludono affatto le cause efficienti.

Tuttavia altre strutture embrionali o larvali non sono affatto « strutture mediatrici »; sono « strutture terminali ». Si è scritto che i denti transitorii dei feti delle balene (i quali per noi indicherebbero che i progenitori di queste fossero dentati, come i prossimi delfini) sono necessari perchè si formino le mascelle. Ma queste si formano ugualmente in altri vertebrati sdentati nei quali quei rudimenti non appaiono più. Così non ha certo una funzione mediatrice la conchiglia transitoria, spesso munita di opercolo, che presentano, pur nell'invoglio dell'ovo, tanti molluschi che, appena liberi, son nudi; e di consimili esempi se ne possono citare migliaia.

Analoghe considerazioni valgono, del resto, per la massima parte degli organi rudimentali che persistono nell'adulto: che funzione mediatrice possono avere quei resti di tre falangi, perduti fra le carni, che rappresentano nella mano della balenottera, anche adulta, il dito medio?

Ma se le accennate corrispondenze fra le strutture permanenti delle forme inferiori d'un gruppo e le strutture transitorie delle forme superiori del gruppo stesso sussistono realmente e in quella così ampia misura che si è visto, se anzi tali corrispondenze sussistono anche quando queste strutture transitorie non sono necessarie pel raggiungimento dello stato definitivo, ciò chi stia sulla base della teoria dell'evoluzione non lo può intendere se non accettando la legge biogenetica. Egli deve cioè ammettere che strutture permanenti simili (non identiche!) alle prime esistessero pure nei veri (se pur ignoti) progenitori di queste forme superiori e che la loro apparizione transitoria in queste sia l'espressione dell'intercedente legame genetico.

E se ciò è, alla legge biogenetica (pur colle limitazioni sopra indicate) dovrebbe attribuirsi una validità generale, ed i casi che non apparissero conformi ad essa dovrebbero rite-

nersi dovuti effettivamente ad alterazioni secondarie le quali, pur offuscando il fenomeno fondamentale, non ne tolgano tuttavia la realtà.

Già da quanto precede appare che il fatto espresso dalla legge biogenetica debba avere molta importanza per la comprensione dello sviluppo ontogenetico; ma di ciò dirò in ultimo perchè prima ci conviene parlare di un'applicazione più immediata, e pure importantissima, di questa legge.

È evidente che mercè la legge biogenetica l'embriologia concorre validamente coll'anatomia comparata e la paleontologia a rintracciare la filogenesi, cioè a farci conoscere attraverso a quali trasformazioni siano passati nel corso dei tempi gli organismi o, almeno, le loro singole strutture. È certo una storia già per se stessa interessantissima, ma che ha soprattutto una capitale importanza per la soluzione di un altissimo problema della biologia.

Ed il problema è questo: sapere se le vie dell'evoluzione (della vera evoluzione filogenetica) siano in se stesse libere e praticamente limitate solo dalla scelta naturale o se invece l'evoluzione è governata da leggi intrinseche (ortogenesi vera) che limitino esse stesse le vie che essa può seguire o che addirittura determinino quali vie essa deve necessariamente seguire (salvo al non persistere di quegli organismi le cui vie di evoluzione si siano mostrate inadatte all'ambiente).

Risolvere questo problema, riconoscere eventualmente queste leggi è certo un altissimo compito, ma per riuscire a ciò è necessaria la conoscenza dell'andamento generale della filogenesi, così come è necessaria la conoscenza dello sviluppo ontogenetico a chi di questo voglia comprendere il determinismo.

Ma in quest'applicazione pratica della legge biogenetica noi c'imbattiamo nelle complicazioni della cenogenesi.

Haeckel chiamò «palingenetici» (da *πάλιον* = ripetuto) i caratteri embrionali che devono corrispondere a caratteri permanenti di progenitori. (S'intende che si tratta per noi di quella corrispondenza relativa di cui s'è detto in principio). Chiamò poi «cenogenetici» (da *κενός* = vano, o anche da *καινός* = nuovo) i caratteri che significano un adattamento dell'embrione (o della larva) alle sue speciali condizioni di vita. (Nel che è da notare che questi adattamenti possono

anche essere antichissimi e possono anche, in organismi più recenti, conservarsi solo in forma alterata, regressa; direi: cenogenetica in 2° grado). È però invalso l'uso di chiamare anche cenogenetica qualsivoglia alterazione della palingenesi. In quest'ultimo senso tutte le strutture sono per una lor parte palingenetiche e per un'altra cenogenetiche.

Ora si è detto che praticamente il distinguere ciò che dovrebbe essere palingenetico da ciò che dovrebbe essere cenogenetico è troppo spesso arbitrario, onde avviene che le risposte date dall'embriologia alle richieste della filogenesi siano « oracoli di Delfo ».

Ciò è esagerato. Per solito una struttura tipicamente cenogenetica (in senso haeckeliano) si riconosce abbastanza facilmente. Anche una qualsivoglia alterazione di una struttura essenzialmente palingenetica ci è indicata come alterazione dalla constatazione che, in un adulto, la struttura stessa, in questa forma sotto la quale ci si presenta, non sarebbe stata compatibile colla vita o almeno non avrebbe avuto significato fisiologico, mentre invece è da ammettere che nella filogenesi ogni struttura, ogni processo (salvo i casi di rudimentazione) debbano avere un'utile ed ininterrotta funzionalità. La difficoltà sta solo nell'arguire quale struttura palingenetica si celi sotto questa forma alterata. Le risposte dell'embriologia possono dunque bensì lasciarci nell'ignoranza ma non dovrebbero indurci in errore.

Certo, le difficoltà cui ho qui accennato sono talora molto grandi e talvolta (come p. es nel caso delle cosiddette « metamorfosi catastrofiche »), appaiono persino insuperabili, sebbene sia da credere che esse siano in gran parte provvisorie e dipendenti dalla nostra attuale inesperienza. Ma c'è pur anche un numero grandissimo di casi in cui riusciamo facilmente ad assolvere il nostro compito.

Ricorderò un esempio ben noto: l'embrione dei vertebrati ci presenta come strutture tipicamente cenogenetiche (inconcipibili come strutture permanenti) il deutoplasma o tuorlo di nutrizione e, per gli amnioti, gli annessi fetali (amnio, allantoide, eventualmente placenta). Soprattutto il deutoplasma, se è abbondantissimo, porta con sé, almeno nei primi stadii, disposizioni singolarissime, come quelle che fanno apparentemente così diverso, in quegli stadii, l'embrione del pollo da quello della rana. Ma queste alterazioni non ci impediscono affatto di riconoscere nell'embrione del pollo le medesime

strutture che troviamo nell'embrione (molto meno alterato) della rana; esse non ci tolgono affatto di riconoscere quanto c'è in esse di corrispondente a strutture che troviamo permanenti in forme più semplici e, in prima linea, nell'*Amphioxus*.

Non è certo qui il luogo per accennare alle norme che si seguono per rintracciare le strutture palingenetiche attraverso alle alterazioni della cenogenesi. È però qui il luogo per rilevare espressamente che, in pratica, distinzioni di tal genere le fanno poi quotidianamente anche coloro per i quali la stessa teoria dell'evoluzione è una « cosa superata » (superata da che?). Essi stessi, per giudicare della posizione sistematica di un organismo dubbio, sono pur sempre costretti ad appoggiarsi sulle sue transitorie strutture embrionali ed a cercar di riconoscere, malgrado tutte le loro possibili alterazioni, quelle che corrispondono a strutture permanenti e funzionanti di altri organismi.



Non ignoro che in generale le ricerche a scopo filogenetico sono cadute in un certo discredito — e non solo presso gli antievoluzionisti. È una naturale reazione alle intemperanze (chiamiamole benevolmente così) dei filogenisti stessi. La reazione, come sempre succede, è stata essa stessa esagerata; ma già si va calmando. Ce n'è un indice, fra altro, il fatto che nella grandiosa enciclopedia diretta da E. Abderhalden (*Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*) è uscito recentemente (1925) un grosso fascicolo (del D. H. Kary) intitolato appunto « *Die Methoden der phylogenetischen Forschung* ».

Però anche i filogenisti seri vengono ancora troppo spesso a certe conclusioni erronee contro le quali appunto vorrei mettere in guardia il lettore; erronee nel senso che vanno al di là di quanto consegue logicamente dai fatti stabiliti.

Si commette per es. un errore di tal genere volendo ad ogni costo far discendere un gruppo da un altro gruppo già noto.

Così gli anfibi presentano transitoriamente, durante il loro sviluppo individuale, certi caratteri i quali corrispondono a caratteri che sono permanenti nei pesci. Se ne deduce troppo spesso che gli anfibi derivano dai pesci. La conclusione legittima (secondo la legge biogenetica) è tuttavia semplicemente questa: che i progenitori degli anfibi avevano

comuni coi pesci quei dati caratteri. (E che, di fatto, gli anfibi non discendano da pesci risulta già dalla constatazione che le branchie dei pesci e quelle degli anfibi mostrano due diversi piani di struttura; queste non potrebbero mai essere derivate da quelle).

Un altro errore di tal genere è quello che riguarda il famoso « progenitore comune » di un gruppo. Dal fatto che tutte le forme di un dato gruppo hanno in comune certi caratteri si conclude spesso che esse derivano da un antenato comune che già aveva questi caratteri. Ora in un simile antenato (io ammetto che ci sia stato) i caratteri del gruppo al quale esso ha dato origine potevano benissimo non essere ancora reali, ma essere semplicemente potenziali, allo stesso modo che in un embrione esistono solo in potenza i caratteri dell'adulto.

Di fatto, codeste conclusioni che abitualmente si traggono non sono in accordo con quanto risulta dalle moderne ricerche, soprattutto paleontologiche. Queste ci mostrano ogni giorno meglio che fra i singoli gruppi non sono rintracciabili delle connessioni basali (polifiletismo) e che i vari elementi di un gruppo acquistano indipendentemente gli uni dagli altri i caratteri particolari del gruppo da essi costituito (evoluzione parallela). Di quest'ultimo fenomeno ci sono un noto esempio gli equidi (cavalli), i quali, ciò è dimostrato, non derivano affatto da un loro antenato comune monodattilo, il ridursi delle dita al solo dito medio essendosi invece prodotto indipendentemente lungo diverse serie. Quanto al polifiletismo, è da tener presente che esso non esclude l'antica esistenza di connessioni profondissime e praticamente non dimostrabili (batsinfilia).

Ma a chi si occupa di filogenesi gioverebbe anche tener conto di talune leggi già abbastanza largamente accettate, soprattutto dai paleontologi: la legge dell'« irreversibilità » e quella della « riduzione progressiva della variabilità (filogenetica) ». Il più recente trattamento di queste leggi si trova nel sopracitato lavoro di Kary.

..

Un ultimo lato della legge biogenetica ci rimane ancora da considerare, cioè il rapporto fra essa e l'eredità. Troppo oscuro ci è ancora il meccanismo in virtù del quale l'onto-

genesi obbedisce alla legge biogenetica, ma frattanto possiamo almeno discutere un'affermazione generale fatta da Haeckel, secondo la quale « la filogenesi è la causa dell'ontogenesi ».

È esatta quest'affermazione? Sino a che punto?

Nota anzitutto che si è inutilmente complicata la questione col considerare l'eredità come una « forza » *sui generis*. Lo sviluppo individuale è semplicemente il risultato di una reazione fra l'organismo in via di sviluppo e il suo ambiente. Un pulcino nel suo guscio si sviluppa essenzialmente per una reazione che avviene fra il suo germe ed il tuorlo di nutrizione; così fanno i suoi singoli organi, pei quali l'ambiente è dato in parte dal resto dell'organismo.

Quello che noi chiamiamo « eredità » è dunque il puro fatto della trasmissione, dal genitore al figlio, di una determinata costituzione del germe o, più propriamente, di una determinata costituzione del suo idioplasma, o plasma germinativo, (chiamando così quella sostanza, rappresentata, pare, dalla cromatina nucleare, per la cui diversa natura individui di due specie differiscono fra loro già allo stato di cellula germinale).

Se il figlio è simile al padre è semplicemente perchè l'ovo da cui è nato il figlio era simile all'ovo da cui era nato il padre; se nel corso dell'evoluzione filogenetica i figli sono diventati sempre più dissimili dai padri è perchè l'ovo (o meglio l'idioplasma) di essi è diventato sempre più diverso.

Ora, e ciò è molto importante, per la trasmissione dei caratteri somatici (dei caratteri corporei manifesti) la presenza effettiva di questi stessi caratteri già nei genitori non è necessaria. Un cervo di specie a corna ramificatissime può riprodursi già da giovane, quando egli non ha ancora affatto tutta quella ramificazione; tuttavia i suoi figli finiranno anch'essi per avere corna ramificatissime; e ciò può ripetersi per infinite generazioni. Il maschio e la femmina delle termiti trasmettono alla massima parte dei figli i particolari caratteri somatici dei neutri (operai e soldati), caratteri che nè nel padre nè nella madre, nè in alcuno dei loro antenati diretti furono mai presenti.

Bisogna pur persuaderci che una ragazza non ha gli occhi azzurri *perchè* sua madre aveva gli occhi azzurri, ma bensì *per la stessa ragione* per cui la madre li aveva azzurri.

Ciò considerato, se per filogenesi s'intende la serie dei caratteri somatici effettivamente presentati dai successivi pro-

genitori nel corso dei tempi, non si può affatto affermare che la filogenesi sia la causa dell'ontogenesi.

Certo, rimane sempre che quella costituzione di un dato idioplasma la quale è la causa *immediata* di una data ontogenesi è, a sua volta, la conseguenza dell'evoluzione storica dell'idioplasma stesso, delle trasformazioni ereditarie attraverso le quali esso è passato nel corso dei tempi, cioè è la conseguenza della « filogenesi dell'idioplasma ». Ma ciò, per un evoluzionista, va da sè, e non è sicuramente in questo senso che Haeckel aveva inteso la sua proposizione.

Con tutto ciò, si può pur sempre ammettere, come si fa dai più, che ad ogni modo, le successive modificazioni dell'idioplasma sono state determinate da modificazioni avvenute, in primo luogo, nel soma; ciò però senza più pretendere (come fanno invece i veri lamarekisti e come sarebbe implicito nella proposizione haeckeliana) che fra quelle e queste vi sia un preciso rapporto. È cosa che non è però ammessa dalle teorie dell'« evoluzione per cause interne » (per es. dalla mia « Ologenesi ») e che, del resto, non ha, pel nostro scopo, speciale importanza.

Per noi, che vorremmo sapere perchè l'ontogenesi avviene secondo la legge biogenetica, ha invece molta importanza il fatto sopra rilevato che i genitori possono anche determinare normalmente nella prole caratteri che in essi al momento della generazione non erano effettivamente presenti, o anche caratteri che nè in essi, nè in alcuno dei loro più remoti ascendenti non furono presenti mai.

C'è infatti una teoria (la ben nota « teoria mnemonica ») secondo la quale se l'ontogenesi segue la legge biogenetica ciò sarebbe dovuto ad una specie di rievocazione (incosciente) delle successive costituzioni presentate nella serie dei tempi dal soma. È teoria che fu ed è sostenuta da uomini di grande valore, fra i quali lo stesso Direttore di questa Rivista.¹ Ora appunto i fatti sopra ricordati sollevano davanti alla teoria stessa difficoltà molto gravi, tali almeno che io non vedo come le si possano superare.

Modena, R. Università,
Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata.

DANIELE ROSA

¹ Vedi soprattutto: RIGNANO E., *La memoria biologica*, Bologna 1922.

