

ANNUARIO
DELLA
R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PADOVA
PER L'ANNO ACCADEMICO
1897 - 98



PADOVA
TIPOGRAFIA GIO. BATT. RANDI
1898

DISCORSO INAUGURALE

dei corsi accademici dell'anno 1897-98

LETTO

NELL'AULA MAGNA DELL'UNIVERSITÀ

il 21 novembre 1897

DAL PROFESSORE ORDINARIO

DI ZOOLOGIA, ANATOMIA E FISIOLOGIA COMPARE

COMM. GIOVANNI CANESTRINI

— * —

LA EVOLUZIONE

DELLA

TEORIA DELLA DISCENDENZA

Chiamato dalla fiducia dei chiarissimi miei colleghi della Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali a tenere in quest'anno scolastico il discorso per l'inaugurazione degli studî, ho pensato che difficilmente avrei potuto scegliere un argomento d'interesse più generale della teoria dell'evoluzione, e m'arresi tanto più volentieri a tale convincimento, perchè di recente questo tema, di proposito o per incidenza, fu discusso in simili occasioni in altre Università ed Accademie del Regno, e mi viene dato modo di riprendere in esame alcune asserzioni di stimabili colleghi, le quali, a mio parere, meritano di essere completate o ricondotte al loro giusto valore. Ho pure considerato che avendo io nell'ultimo trentennio partecipato, per quanto modestamente, a questa battaglia del pensiero umano, sarei forse riuscito a dare alla mia esposizione quell'impronta di verità che altri difficilmente potrebbe ritrarre da fonti meno autentiche ed immediate.

Avrò quindi l'onore di parlare brevemente dell'evoluzione della teoria della discendenza attingendo alla storia quelle sole parti che costituiscono un deciso progresso nelle nostre conoscenze trasformiste.

Per rinvenire le origini di questa dottrina, basta risalire al primo anno del secolo presente, nel quale un celebre naturalista francese, grande conoscitore degli animali specialmente inferiori, la fondò sopra base tanto solida da resistere alla critica più severa e sovente spietata.

In quell'epoca regnava sovrano il concetto bandito dal celebre Linneo « che tante sono le specie quante fino da principio ne creò l'Ente supremo ». Evidentemente, questo non era un concetto scientifico, nè per arrivarvi erano occorse osservazioni o sperimenti o meditazioni di sorta; era una credenza nata nella mente infantile dei popoli primitivi, passata in retaggio da secolo a secolo, e arrivata alla soglia del secolo presente quale dogma sancito dal corso dei millenni ed ammesso quasi senza contrasto dalla pluralità delle genti. Non erano tuttavia mancate opinioni discordanti che auspicavano la redenzione della scienza dal dominio della teologia: menziono qui soltanto il nostro Giulio Cesare Vanini che al principio del secolo decimosettimo espose idee perfettamente consonanti col moderno trasformismo, le quali gli valsero le ire dei suoi contemporanei che lo arsero come ateo e materialista sulla piazza di Tolosa.

Alla credenza succitata se ne abbinava un'altra egualmente diffusa fra i popoli della terra, quella dei cataclismi universali. La paleontologia aveva fatto conoscere una quantità di specie animali e vegetali estinte, delle quali i varî strati della corteccia terrestre custodivano le impronte o gli avanzi e che indarno si volevano far credere imitazioni accidentali degli organismi o giuochi di natura. Conservando il concetto, di cui Linneo s'era fatto autorevole portavoce, della creazione indipendente di ogni singola specie organica, ed interpretando i sei giorni della Genesi, sulle orme di Benoist de Maillet, come altrettante epoche geologiche, i dotti di quel tempo erano arrivati alla conclusione che vi furono dei cataclismi universali che distrussero tutti gli esseri viventi alla superficie del globo, seguiti ciascuno dall'apparsa di nuove faune e di nuove flore per effetto di sempre nuovi atti creativi. Tale conclusione doveva necessariamente scaturire dall'eloquenza dei fatti paleontologici da un lato, e dal desiderio, dall'altro lato, di non contraddire alla leggenda biblica, alle cui parole, per conseguire l'intento, non si esitò di dare un'interpretazione forzata ed arbitraria.

In tale stato di cose sorse nel 1801 Giovanni Lamarck colla sua teoria della discendenza che espose più diffusamente nel 1809 nella sua classica opera « Philosophie zoologique ». Egli non ammette i cataclismi universali, perchè non ne conosce le prove e perchè sa che la natura in tutte le sue opere agisce lentamente e per

gradi successivi, e non crede alla costanza delle specie, delle quali anzi sostiene la graduale trasformazione per effetto delle condizioni esterne della vita, delle abitudini e dell'uso e non-uso degli organi. Non sono gli organi, egli dice, che hanno dato luogo alle abitudini ed alle facoltà peculiari degli animali; ma sono invece le abitudini, il modo di vivere e le condizioni ambienti che nel corso dei tempi hanno generato la forma del corpo, il numero e lo stato degli organi e le facoltà anzidette. Con questi concetti eminentemente originali il Lamarck pose le fondamenta del trasformismo, e chi considera il tempo e le circostanze in cui ciò avvenne, non sa se debba più ammirare la mente dell'autore capace di sintesi così ardita, od il suo coraggio di rinnegare convinzioni fino allora da quasi tutto il mondo professate. Comunque, il segnale della rivoluzione nelle scienze biologiche era dato, ed altro non rimaneva al giovane partito che di raccogliere il maggior numero possibile di argomenti a difesa e perfezionamento della sua dottrina, tanto più che da parte degli avversari era da aspettarsi viva opposizione alla maniera nuova di concepire i fenomeni del mondo organico.

La teoria del Lamarck passò dapprima quasi inosservata, probabilmente perchè fu giudicata temeraria, e destò attenzione soltanto circa trent'anni più tardi, quando il 19 luglio 1830 Etienne Geoffroy Saint Hilaire sostenne, in seno all'Accademia delle Scienze di Parigi, il concetto fondamentale del Lamarck contro il parere

opposto di Giorgio Cuvier. Geoffroy seguiva le pedate del Lamarck nel ritenere che le specie viventi discendono da altre che le hanno precedute, ma dissentiva dal suo antesignano intorno alle cause della trasformazione attribuendo la massima importanza all'azione dell'ambiente e trascurando quasi interamente gli effetti delle abitudini e dell'uso e non-uso degli organi. A mettere in evidenza la nuova dottrina ha pure contribuito, in quell'epoca medesima, Wolfango Goethe, la cui mente sublime non poteva non essere attratta dalle vedute affascinanti del Lamarck.

Nondimeno la teoria della discendenza non ebbe tosto generale accoglienza, sia perchè le antiche leggende esercitavano ancora il loro dominio sulle coscienze timide; sia perchè la credenza dei cataclismi non era peranco tramontata; sia perchè i due succitati protagonisti erano discordi intorno alle cause dell'evoluzione; sia ancora perchè la teoria era combattuta da Giorgio Cuvier che non solo era sommo naturalista, ma anche altolocato nella gerarchia burocratica e rappresentava, per così dire, la scienza ufficiale; sia infine perchè la micrografia era bambina ed incapace a prestarle valido aiuto.

Ma a poco a poco le cose mutarono, perchè nel 1832 morì Giorgio Cuvier, il quale, sebbene colle sue opere e specialmente con quella sulle Ossa fossili avesse involontariamente contribuito a consolidare l'evoluzionismo, pure, come dissi, ne era avversario, e collo stabilire

quel mezzo termine che erano i tipi dell'organizzazione, ne aveva ostacolata la diffusione; perchè nel 1833 apparve la classica opera di Carlo Lyell sui Principi della Geologia che esiliò per sempre dal campo scientifico il concetto dei cataclismi; e perchè in questo stesso lasso di tempo, a canto all'anatomia comparata già forte per opera di Cuvier, di Owen e di Gegenbaur, sorse, a merito principale di Schleiden (1838) e di Schwann (1839), la teoria cellulare, frutto del perfezionamento del microscopio, la quale, alla sua volta, diede i natali all'istologia ed all'embriologia.

In tali condizioni apparve nel 1859 l'opera di Carlo Darwin sull'origine delle specie, la quale, mentre teneva conto delle cause della trasformazione già riconosciute da Lamarck e da Geoffroy, istituiva, anche a nome di Wallace, come somma fattrice dell'evoluzione la sopravvivenza del più adatto od elezione naturale, necessaria conseguenza della rapida riproduzione degli organismi e della concorrenza per la vita. Questo libro accessibile all'intelligenza di ogni persona colta, limpido nei concetti, stringente nelle conclusioni e modestissimo nella forma, attirò l'attenzione di tutto il mondo civile, e l'elezione naturale divenne l'argomento delle più appassionate discussioni non soltanto nel campo della biologia, ma in tutti i rami dello scibile umano.

La teoria darwiniana non ebbe eguale accoglienza nei vari paesi d'Europa: i più renitenti ad accoglierla furono i naturalisti francesi, forse perchè non nata su

suolo francese, e perchè combattuta dalla grande autorità dell'antropologo A. de Quadrefages; in Inghilterra alcuni seguirono l'esempio di Huxley, seguace del Darwin, altri quello di Owen avversario del trasformismo; in Germania la nuova teoria trovò pronta e larga accoglienza a merito principale di Ernesto Haeckel che colla sua Storia naturale della Creazione non solo fece conoscere le idee darwiniane, ma potè eziandio allargarle e consolidarle coi suoi studi sulla Gastrula e sul regno dei Protisti. Nel nostro paese, in quel tempo, lo studio delle scienze naturali era trascurato, ed il darwinismo vi passò da principio quasi ignorato. Il primo a fare atto di adesione fu il De Filippi colla sua lezione popolare « L'Uomo e le scimmie »; ma non fu opportuno di cominciare col far conoscere quella parte della teoria che toccando l'uomo direttamente suscita molteplici sentimenti, tanto da rendere difficile un giudizio imparziale; nondimeno il De Filippi ha aperta la discussione sull'argomento acquistandosi un merito inestimabile, perchè in quel tempo nessun altro avrebbe potuto osare ciò che fece il celebre professore di Zoologia a Torino, allora capitale del Regno, il protettore dei naturalisti italiani, lo scienziato altamente stimato in paese e fuori, l'uomo influentissimo nelle sfere governative (Nota I^a). Sull'esempio del De Filippi molti dei nostri naturalisti accettarono almeno il concetto fondamentale della nuova teoria: così, fra i geologi Arturo Issel, Giovanni Capellini e Giuseppe Meneghini; fra i mineralisti Luigi Bombicci; fra i botanici

Federico Delpino; fra gli zoologi, oltre il De Filippi, Michele Lessona, Pellegrino Strobel, Giuseppe Balsamo Crivelli e Pietro Pavesi; fra gli anatomici e fisiologi Paolo Mantegazza, Paolo Panceri e Leopoldo Maggi, per tacere di molti altri che vi aderirono da poi. Ma non mancarono gli avversari, come Giuseppe Bianconi dell'Università di Bologna, valente naturalista, che sorpreso in tarda età dalle nuove teorie non seppe giudicare del loro merito, e l'abate Antonio Stoppani, geologo di bella fama ed elegante scrittore, ma che non trascurò alcuna occasione per combattere il trasformismo con argomenti estranei alla scienza e con una violenza di frase che tolse ogni efficacia alla sua opposizione (Nota II^a). Altri avversari degni di menzione il nostro paese allora non contava fra i naturalisti, e ciò che contro l'evoluzionismo scrissero i cultori di altre discipline, come il Lambruschini, il Mamiani ed il Tommaseo, non ebbe alcuna influenza sulle sorti di questa dottrina.

Oltre il principio dell'elezione naturale, il Darwin ha stabilito due altri principî pure importanti, quello dell'elezione artificiale e quello dell'elezione sessuale; ma il primo di questi era già nella coscienza di tutti e non occorre altro che metterlo in evidenza ed illustrarlo con esempi tratti dagli animali domestici e dalle piante coltivate per persuadere chiunque che le specie sono dotate di un certo grado di plasticità, e che l'uomo con una scelta metodica ha potuto creare razze di animali e varietà di vegetali che rispondono ora ai suoi bisogni

materiali, ora alle sue idee di estetica, ora alle esigenze del suo olfatto e del suo palato, ed ora anche soltanto ai suoi capricci; il secondo, che cerca di spiegare le differenze secondarie esistenti nel regno animale fra il maschio e la femmina, ha incontrato molte obbiezioni, e noi vedremo in appresso, quale indirizzo si possa dare alla soluzione di questo difficilissimo problema. È necessario, peraltro, ricordare che il darwinismo poggia essenzialmente sulla sopravvivenza del più adatto e che raggiunse tale sopravvento sulle altre teorie trasformiste da essere stato considerato lungamente quale sinonimo dell'evoluzionismo.

Dopo il 1859 il Darwin pubblicò molte altre opere, nelle quali tutte, direttamente od indirettamente, sosteneva il principio fondamentale dell'elezione naturale, e tale fu il fascino esercitato delle sue idee sul mondo scientifico che alla sua morte, avvenuta nel 1882, il trionfo del darwinismo sembrava completo ed incontrastato; ma poscia sorsero delle obbiezioni, ad alcune delle quali non è possibile di negare un certo valore. Si disse che l'elezione naturale sia incapace di spiegare l'origine ed i primi stadî degli organi, i quali per la loro esiguità ed azione insignificante non possono esercitare un'influenza percettibile, e molto meno decisiva, nella concorrenza vitale; - che essa non sia capace di rendere conto dell'esistenza di alcuni organi rudimentali, come sarebbe, a titolo di esempio, il femore delle balene, la cui riduzione fino ai limiti attuali non può avere

●ecato un vantaggio apprezzabile a quegli animali giganteschi che lo possiedono; - e che essa sia impotente a dare ragione di alcune particolarità di struttura che non compiono il loro ufficio che a sviluppo completo, come la peculiare disposizione delle innumerevoli trabecole nel tessuto spugnoso delle ossa, o la complessa composizione di una penna remigante di uccello col suo stelo, le barbe, le barbette, i cigli e gli uncini.

Fedele seguace del Darwin fu nei primordi della sua carriera scientifica Augusto Weismann; ma poscia si staccò dal grande maestro esagerando l'opera dell'elezione naturale, e negando l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, conseguenza della sua teoria sul plasma germinale. Il Weismann divenne così il condottiero dei Neo-Darwiniani.

La teoria del plasma germinale ebbe grande notorietà e porta l'impronta di una mente geniale. I Protozoi e i Protofiti, dice il Weismann, sono immortali, perchè, ad esempio gli infusori, riproducendosi per divisione trasmettono tutto il loro plasma ai figli, senza residuo alcuno: in questi infimi esseri non esiste dunque la morte fisiologica, e tutto il loro plasma è germinale: mentre nei Metazoi e nei Metafiti, ossia negli organismi pluricellulari, è avvenuto un differenziamento potendosi in essi distinguere il plasma germinale costituente i prodotti essenziali del sesso, ed il plasma somatico o personale soggetto alla morte, così che ciò che muore è questa parte somatica, mentre la germinale soprav-

vive, dà luogo alla continuità della vita e trasmette ai discendenti i caratteri dei genitori. La morte quindi, secondo il professore di Friburgo, è un effetto dell'elezione naturale, poichè rende impossibile la persistenza del corpo logorato ed avariato dalle vicissitudini della vita individuale e fa proteggere il plasma germinale immortale da corpi a determinati periodi ringiovaniti e quindi ridivenuti vigorosi.

Stabilito il dualismo summenzionato, l'autore va alla ricerca delle intime ragioni dell'ereditarietà dei caratteri, e quindi descrive nei più minuti particolari la composizione del plasma germinale che considera costituito di biofori, come parti elementari, che formano i determinanti e questi gli idi e le idanti, svolgendo una vasta teoria ispirata al concetto delle particelle rappresentative e facendo così risorgere, sebbene su nuovo terreno, l'antica lotta fra la preformazione e l'epigenesi.

Le idee del Weismann trovarono forte opposizione, e particolarmente si obiettò che l'immortalità dei Protorganismi non trova una conferma nelle forme che producono spore endogene; che fra i due plasmi summenominati non esiste quella barriera che si volle erigere, perchè non solo il plasma germinale genera il somatico, ma questo è capace di modificare il primo; e quanto alla tessitura del plasma germinale, le idanti non sono che i cromosomi dell'odierna embriologia che hanno un'individualità propria, si nutrono e si riproducono per scissione e si credono i trasmettitori principali e

forse esclusivi dei caratteri dai genitori ai generati, e gli idi non sono che i microsomi ancora visibili col l'aiuto del microscopio, dei quali si compongono i cromosomi, così che quanto vi ha di certo in quelle vedute sono cose già note, e quanto vi ha di nuovo, è frutto della speculazione e merita di essere accolto con riserva. In ogni modo, non era metodo corretto di negare l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, che trova appoggio in molti fatti singoli bene constatati, nella lunga esperienza degli allevatori di bestiame e degli orticoltori, come ancora nella patologia umana e veterinaria, per la sola ragione che una teoria, in parte speculativa, conduceva a questa negazione; ed è strano che il Weismann non siasi avveduto, che mentre da un lato sosteneva il grande valore dell'elezione naturale, dall'altro le toglieva la sua colonna principale, perchè se i caratteri acquisiti non sono ereditari, viene a mancare una delle cause più importanti della variazione che rimarrebbe determinata soltanto dall'*amphimixis*, ossia dalla mescolanza dei due plasmî germinali, paterno e materno, nell'atto fecondativo. I lavori del Weismann nel campo della diretta osservazione hanno grandemente contribuito a rassodare il trasformismo, ma le sue pubblicazioni filosofiche peccano di ardimento ed hanno sovente mostrato il fianco agli avversari.

Contro i Neo-Darwiniani sorse il celebre filosofo inglese Herbert Spencer ammettendo contro Weismann l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, attribuendo con La-

Lamarck grande importanza agli effetti dell'uso e disuso degli organi e con Geoffroy all'influenza dell'ambiente, e sostenendo l'insufficienza dell'elezione naturale. Egli divenne così il capo dei Neo-Lamarckiani. Lo Spencer è nel vero quando pone in evidenza il valore dei fattori dell'evoluzione già invocati dal Lamarck e dal Geoffroy, è anche nel vero quando afferma che l'elezione naturale non arriva a spiegare tutti i fenomeni che si compiono negli organismi; ma oltrepassa il segno quando a questa elezione attribuisce un merito secondario, e si mostra poco felice nella scelta dei fatti allegati a sostegno della sua conclusione. Così la grande sensibilità dell'apice della lingua nell'uomo e nei mammiferi non è un lusso di madre natura, nè è dovuta unicamente alla frequenza dell'uso, essendo accertato che serve da organo squisito del tatto, alla presa degli alimenti liquidi e solidi, e nell'uomo perfino all'articolazione delle voci, e quindi può essere utile nella concorrenza vitale, alla quale è probabilmente debitrice delle sue prerogative anzi che alla causa invocata dallo Spencer; nè il leggero sviluppo del dito mignolo nel piede umano è un effetto esclusivo del disuso, perchè è probabile che l'elezione naturale sia intervenuta a conservare e perfezionare questa conformazione che meglio ancora che alle esigenze della stazione eretta risponde a quella della presa, laonde la riscontriamo eziandio nel piede dei quadrumani che non camminano eretti e nella mano dell'uomo che è organo perfettis-

simo di prensione; né infine la presenza di individui neutri in alcuni insetti sociali costituisce un fenomeno inesplicabile col mezzo dell'elezione naturale, perchè ad una società di animali la divisione del lavoro ed il risparmio di cibo nell'allevamento delle covate sono di incontestabile utilità.

Il dissenso fra il Weismann e lo Spencer non potrebbe essere più profondo, anche prescindendo dalle loro idee intorno all'ereditarietà dei caratteri acquisiti, perchè all'onnipotenza dell'elezione naturale dal primo proclamata, il secondo oppone la di lei insufficienza, e poco manca che rifiuti di attribuirle un valore qualunque.

L'attuale rappresentante e continuatore del darwinismo classico è Ernesto Haeckel, il quale non appartiene veramente né alla scuola Neo-Darwiniana, né alla Neo-Lamarckiana, ma cammina sulla via tracciata dal maestro inglese. Il compito principale, ch'egli s'è proposto, è la ricerca della genealogia degli esseri organici per arrivare ad un sistema naturale tanto zoologico che botanico, e il tentativo merita il più sincero incoraggiamento, perchè l'albero genealogico, quando fosse ricostruito, non solo fornirebbe la prova più evidente della verità della teoria della discendenza, ma lascierebbe eziandio intravedere le leggi che governarono l'evoluzione. L'impresa del professore di Iena incontra peraltro gravissime difficoltà, perchè i documenti paleontologici sono assai incompleti alcune forme organiche

non essendo atte, per la loro delicata tessitura, a lasciar traccia di sè, ed altre, che in qualche maniera passarono allo stato fossile, essendo state distrutte nel corso dei tempi geologici. Alla deficienza di questa fonte diretta e principale suppliscono in parte l'anatomia comparata e l'embriologia, la prima perchè somiglianza di struttura significa parentela, là seconda perchè lo sviluppo dell'individuo è la ripetizione riassuntiva più o meno modificata dello sviluppo della specie.

Con tali propositi e mezzi Ernesto Haeckel passò in rivista l'intero mondo organico e pubblicò due opere magistrali, l'una nel 1874 sull'Antropogenia, l'altra negli anni 1894-96 sulla Filogenia degli animali e delle piante: la prima tratta della discendenza della specie umana, della quale ricerca gli antenati remoti e prossimi; la seconda cerca di stabilire la genealogia dei Protisti, dei Metazoi e dei Metafiti, dei quali tutti caratterizza le classi e gli ordini che dispone alla stregua delle loro affinità. Questa seconda opera riassume tutto ciò che oggi si sa in argomento, ed è veramente colossale non tanto per numero di pagine, quanto per dovizia di concetti nuovi ed originali, e se si pensa alle difficoltà che l'autore ha dovuto superare per le ragioni suesposte, apparisce giustificato qualche difetto che vi si riscontra: in ogni modo colle summenzionate opere l'autore ha abbandonata la disputa generale sull'evoluzionismo ed è entrato nella parte pratica od applicativa di questa dottrina.

L'Haeckel fu da molti accusato di non avere posto un freno sufficiente alla sua potenza immaginativa, ma il progresso degli studi ha troppo sovente confermate le sue supposizioni e previsioni, perchè quell'accusa possa dirsi veritiera; piuttosto si potrebbe rimproverargli di avere creato una nomenclatura troppo ricca e pesante, se non si sapesse che nuove idee domandano nuovi nomi, e che tali nomi, al pari delle formole matematiche e chimiche, servono mirabilmente alla speditezza ed abbreviazione del ragionamento umano.

Veniamo a quella fase della storia dell'evoluzione, la quale si è svolta sotto l'influenza esercitata da un nuovo ramo della biologia, la biomeccanica, sorta e rapidamente cresciuta a merito principale di Guglielmo Roux nel volgere di questi ultimi due decenni prendendo posto a canto alla zoologia, l'anatomia, l'embriologia e la fisiologia.

La biomeccanica o meccanica dello sviluppo indaga le *cause* delle formazioni organiche, e quindi della loro origine, conservazione e regressione valendosi di tutti i metodi che mettono a conoscenza causali; è sorta sulle ruine del vitalismo che ammetteva una speciale forza vitale, diversa dalle fisiche e chimiche (Nota III^a); ed esclude dal suo campo ogni concetto teleologico per non essere trascinata sopra un terreno metafisico. Ciò che la distingue dagli altri rami della biologia, che sono soltanto descrittivi, è il compito speciale che si prefigge, l'indagine cioè delle cause delle forme e dei fenomeni della vita.

La biomeccanica ha esercitato una grande influenza sul darwinismo stabilendo due importanti fattori dell'evoluzione, la lotta fra le parti dell'organismo e l'azione morfogena degli stimoli funzionali.

Il combattimento è il padre delle cose, diceva quel grande pensatore che era Eraclito, ed alcunchè di simile esprime il nostro proverbio che dall'attrito scaturisce la luce; ora Guglielmo Roux ci fa conoscere che l'individuo, nel quale sembra che debba regnare perenne armonia fra le parti che lo compongono, affinché queste possano cooperare concordemente alla di lui vita e prosperità, è invece una palestra, nella quale si combattono aspre battaglie sia fra le molecole della cellula, sia fra le cellule di un tessuto, sia fra i tessuti di un organo, sia fra gli organi di un individuo.

Nella lotta fra le molecole di una cellula, la vittoria spetta a quelle che nel ricambio materiale mostrano maggiore forza assimilatrice e quindi sono più pronte nella loro rigenerazione che può spingersi fino alla ultracompensazione; oppure a quelle, nelle quali la dissimilazione si compie più lentamente ed in grado minore; oppure a quelle che sotto l'influenza di uno stimolo esterno vengono fortificate nel loro potere assimilatore o resistono meglio alla dissimilazione: e nella lotta fra cellula e cellula decidono della vittoria questi stessi pregi, ai quali qui dobbiamo aggiungere la rapidità della riproduzione e la facilità di eliminare i prodotti del ricambio che sono dannosi sia per lo spazio che

occupano inutilmente, sia perchè agiscono da veleni. Una lotta diretta tra i tessuti o gli organi non può avvenire, perchè si tratta di cose eterogenee; questa lotta è quindi soltanto indiretta e conduce gli organi a guadagnare quella maggiore estensione che è compatibile colla vita e prosperità dell'individuo.

La lotta fra le parti ha per risultato quell'elezione che ebbe il nome di organica, la quale genera il differenziamento chimico e funzionale delle cellule e contribuisce al progresso dell'organizzazione in seguito alla prevalenza delle parti elementari più vitali; mentre l'armonia interna dell'individuo è in parte una conseguenza della soppressione di quegli organismi, nei quali sia venuto a mancare l'equilibrio fra i tessuti, ed in parte è l'opera dell'adattamento funzionale di cui sarà fatto cenno in appresso.

Di non minore importanza è l'opera degli stimoli funzionali. È noto da tempi immemorabili che l'uso rafforza e il disuso indebolisce gli organi: gli esercizi sportivi riposano su questo concetto, del quale il Lamarck si è valso abilmente nei suoi ragionamenti sull'evoluzione, e cui il Darwin ha attribuito una certa, ma non sufficiente importanza, difetto che Herbert Spencer s'è affrettato di porre in evidenza. Da quel concetto empirico alle cognizioni che abbiamo oggi su tale soggetto, il divario è grande: infatti fino dal 1881 il Roux ha stabilito la legge dell'ipertrofia dimensionale, la quale in un organo di aumentata attività determina un ingran-

dimento in quella o quelle direzioni, nelle quali avviene l'aumento di lavoro; di più la legge dell'atrofia dimensionale che agisce in senso contrario alla precedente; e la legge fisiologica dell'adattamento funzionale, per la quale coll'aumento di attività cresce la potenza produttiva di un organo. Ed a queste leggi sono sottoposti non soltanto gli organi da lavoro, come i muscoli striati o lisci, le ghiandole, i gangli ed i nervi; ma ancora gli organi di coprimento e di sostegno, come i tessuti connettivali, le cartilagini e le ossa.

Per non entrare qui in molte particolarità dell'argomento, dirò soltanto, ad illustrazione delle cose suaccennate, che un muscolo striato per effetto dell'esercizio cresce in grossezza, mentre, se l'esercizio manca sia per l'inerzia volontaria o forzata di chi lo possiede, sia per la resezione del relativo nervo, perde la sua sostanza specifica, diminuisce di volume, e la stessa sua striatura si rende indistinta; - che anche i muscoli lisci si sviluppano principalmente nelle direzioni del maggior lavoro, per cui negli organi a cilindro cavo, come nell'intestino, negli ureteri e nei vasi deferenti, li vediamo disposti nei due sensi, longitudinale e trasversale, e in quelli vescicolari ad un'apertura di uscita a guisa di circoli paralleli; - che nei legamenti e tendini i fasci connettivi corrono fra di loro paralleli lungo le linee della più forte trazione, ed invece nelle aponeurosi di contenzione ossia avvolgenti i muscoli, pel differente ufficio che compiono, in due direzioni formanti fra loro

un angolo retto; - che nelle ossa le trabecole della sostanza spugnosa si orientano nel senso della maggiore resistenza, e ciò non soltanto in condizioni fisiologiche, ma anche patologiche, quando, ad esempio, dopo la rottura di un osso il frammento distale si unisce in modo anormale al prossimale; - che nelle ossa lunghe la sostanza ossea si concentra alla periferia che deve sostenere lo sforzo maggiore ritirandosi dal centro dove l'eccitamento funzionale è minimo, per cui l'osso diventa tubulare; - che lo stimolo funzionale è necessario al regolare funzionamento delle ghiandole, tolto il quale colla distruzione del rispettivo nervo esse si atrofizzano e degenerano, come è stato dimostrato per le ghiandole salivari, sudorifere ed altre; - che nei nervi l'esercizio produce effetti sorprendenti di difficile spiegazione, in mancanza della quale si suole asserire che la corrente nervosa si propaga facilmente lungo le vie nervose soventi volte percorse.

Da questi ed altri fatti, che per brevità passo sotto silenzio, devesi arguire che gli stimoli funzionali sono capaci di produrre negli organi modificazioni utili anche estese e complesse, così che col loro mezzo possiamo spiegare alcune formazioni che l'elezione naturale, come si disse, lascia inesplicate, ad esempio la struttura minuta delle ossa o delle penne da un lato, e dall'altro lato la graduale riduzione di organi che non risentono che in maniera assai limitata o soltanto a lunghi intervalli o per semplice riflesso gli effetti degli stimoli

funzionali, e si comprende eziandìo, come alcuni organi rudimentali non debbano necessariamente sparire quando non entrino in lotta cogli attigui per ragioni trofiche o di occupazione di spazio, come è avvenuto dei muscoli auricolari dell'uomo che sebbene siano generalmente inattivi, pure continuano ad esistere in rudimento quali avanzi dei tempi andati e testimoni di trasformazioni superate.

Se a ciò si aggiunge che uno stimolo può agire indirettamente sopra altri organi, come nel caso di un eccitamento nervoso che colpisce un muscolo, il quale alla sua volta esercita un'azione sulle ossa, alle quali s'inserisce, od in quello di un capo articolare che si modifica ed in via secondaria determina un mutamento della sua cavità articolare, dei suoi muscoli e della innervazione ed irrorazione sanguigna di questi, si comprenderà di leggieri, come l'organismo possieda nella propria costituzione fisico-chimica e nell'opera dell'elezione organica e degli stimoli funzionali alcune delle condizioni necessarie per svilupparsi armonicamente, per conservarsi in istato fisiologico, e qualora sia sopraffatto da malattia, per reagire contro di essa riuscendo sovente da sè medesimo, ossia colle proprie forze, di rientrare nello stato normale.

Ricerche più recenti del Roux hanno messo anche in sodo che lo sviluppo dell'uovo dipende da alcuni fatti elementari, cui pochi finora hanno rivolto l'attenzione: così l'antimeria dell'embrione, ossia la sua conformazione

simmetrica, è determinata dal piano della prima segmentazione, e questo piano è in dipendenza dal punto di penetrazione dello spermatozoo nell'uovo e dalla conseguente direzione nella quale si compie la copula dei due pronuclei, maschile e femminile; in generale, bastano le prime segmentazioni per prestabilire gli assi principali del feto e quindi le regioni più importanti del suo corpo. È stato anche osservato che le cellule embrionali, ad esempio quelle della blastula o della gastrula, se vengono ad arte isolate, mostrano la tendenza di avvicinarsi a vicenda fino al contatto per poi unirsi fra di loro più intimamente modificando la propria forma in seguito alla reciproca compressione che ne deriva.

Questi risultati tendono a stabilire che l'uovo non è quella cellula estremamente complessa descritta dai micromeristi e specialmente dal Weismann, cellula cioè fornita di milioni di particelle rappresentative, insaccate le une nelle altre, e dotate della misteriosa attitudine di svilupparsi a tempo e luogo predeterminati; ma, d'altra parte, è certo che esso possiede per ciascuna specie una composizione chimica ed una struttura molecolare sue proprie, capaci di riprodurre, col concorso di altri fattori, i caratteri dei genitori onde discende.

I recenti progressi dell'evoluzionismo ci fanno anche conoscere la via da seguire nell'esame dell'elezione sessuale, che molti combatterono senza tentare di dare al problema una soddisfacente soluzione. Il concetto darwiniano, che attribuisce i caratteri sessuali secondari

alla scelta esercitata dalle femmine sui maschi durante il corso di molte generazioni, è più geniale che vero, poichè tale scelta non si verifica allo stato di natura che forse in alcuni animali superiori ed in misura assai limitata. Siccome però i predetti caratteri esistono essendo notorio che talvolta nella medesima specie animale il maschio differisce notevolmente dalla femmina, così è necessario di tentarne la spiegazione con nuovo indirizzo e col sussidio delle cognizioni di recente acquisite.

Che in molti animali avvenga fra i maschi una lotta diretta e cruenta pel possesso della femmina, è cosa che nessun osservatore ha revocato in dubbio, ed è del pari evidente che la vittoria debba spettare a coloro che sono meglio forniti di mezzi di offesa e di difesa, per cui l'elezione che ne deriva condurrà i maschi vincitori, e quindi generatori, all'acquisto di armi come sarebbero gli sproni, le zanne e le difese, le corna cervine, la potenza muscolare, l'agilità e la destrezza, la criniera, ed altre, tanto più che di frequente la lotta sessuale si converte in lotta per l'esistenza, perchè il soccombente non è soltanto respinto dal campo riproduttivo, ma talvolta vi rimette la vita. L'elezione sessuale e la naturale agiscono di concerto per dotare di armi i soli maschi; mentre quest'ultima, quando opera da sola, fornisce ambedue i sessi di armi di eguale sviluppo.

In altri animali però la lotta sessuale è indiretta ed incruenta, ridotta cioè ad una semplice concorrenza, e da essa traggono origine quei caratteri che agevolano

il compimento degli atti iniziali della generazione col mezzo degli apparecchi coercitivi e adesivi, degli organi del canto e fors'anco delle ghiandole odorifere.

In tutti questi casi si può parlare di elezione sessuale, coll'avvertenza però, che la parola elezione non deve intendersi nel senso letterale, come quando si parla di elezione artificiale e come l'ha intesa il Darwin; ma nel senso metaforico, perchè una scelta vera e propria non si compie, e d'altro non si tratta che della prevalenza di quei maschi che nei riguardi riproduttivi sono dotati di determinati pregi che l'eredità non solo conserva ma eziandio perfeziona.

Tutti i caratteri sessuali secondari, che non entrano nelle predette due categorie, come, ad esempio, i colori più o meno vivi, lo splendore degli integumenti, la bizzarria delle penne, le creste, i barbigli, le caruncole, i bottoni cutanei ed altri, non sono prodotti dall'elezione sessuale, ma devono considerarsi come un effetto diretto degli organi essenziali del sesso e delle loro secrezioni non essendo possibile di negare che quelli e queste abbiano una potente azione immediata e correlativa sull'organismo. Sarebbe facile corredare di molti documenti quest'affermazione; ma per l'indole delicata della tesi mi limito a concludere che il sesso fa sentire la sua influenza a tutte le parti del corpo, anche le più minute e recondite e dà un'impronta speciale a tutte le funzioni, tanto vegetative che animali. Quest'ultima categoria di caratteri trova dunque la sua spiegazione nella biomec-

canica, la quale, come col concorso dell'elezione naturale ci fa conoscere le cause che determinano i caratteri specifici, così col concorso dell'elezione sessuale dà la ragione esauriente dell'apparsa di tutti i caratteri sessuali secondari (Nota IV^a).

La biomeccanica ha dunque completato la teoria darwiniana, la quale nella sua nuova forma è messa al riparo da molte obbiezioni. Certamente, questa teoria dal 1859 in poi ha subito non lievi modificazioni; ma essa, come ogni altra teoria scientifica, anzi che aspirare all'infalibilità, ha invece cercato di aprire nuovi orizzonti alle ricerche per conformare le sue conclusioni ai nuovi risultati che ne sarebbero scaturiti. Biomeccanica e darwinismo non sono due discipline antagoniste, ché anzi la prima può dirsi un'introduzione al secondo, od il secondo, se così si vuole, un complemento necessario alla prima, o con altre parole, ambedue si sono insieme alleate ad un medesimo intento, la conquista della verità nel campo biologico. L'elezione naturale accudisce i rapporti generali tra organo ed organo e tra organismo ed organismo; i fattori biomeccanici curano la struttura di dettaglio dell'essere vivente. È stato detto recentemente che il darwinismo abbia fatto il suo tempo e che l'elezione naturale possa servire tutto al più a sopprimere negli organismi i caratteri dannosi; ma giova osservare che la continuata soppressione dei caratteri dannosi deve al fine condurre gli organismi al possesso di caratteri utili, poichè quanto più crescono le nostre cognizioni

morfologiche, tanto più vediamo diminuire il numero di quei caratteri che potevano sembrarci indifferenti. In generale, è necessario di essere assai cauti nel dichiarare una particolarità nè utile nè dannosa, perchè la nostra ignoranza può facilmente condurci in errore.

L'ape, ad esempio, ha una proboscide lunga sei millimetri; se noi supponiamo che la proboscide s'allunghi di un solo millimetro, l'ape sarebbe trasformata in tutt'altro insetto, perchè potrebbe accedere ai nettari più profondamente nascosti nelle corolle dei fiori, si nutrirebbe più copiosamente ed i suoi apparecchi digerente e circolatorio subirebbero dei mutamenti; mentre, d'altra parte, quell'allungamento, in apparenza insignificante, pel conseguente maggiore sviluppo dei relativi muscoli e dei pezzi chitinosi che a questi danno inserzione, renderebbe l'insetto più pesante, onde sorgerebbe il bisogno di dotarlo di organi del volo più potenti e di un sistema tracheale più attivo.

L'elezione organica e l'adattamento funzionale non sono principî radicalmente nuovi introdotti nella zoologia. La prima, in quanto si riferisce alle molecole ed alle cellule, non è che un'applicazione dell'elezione naturale agli elementi dell'individuo vivente e può essere definita « la sopravvivenza degli elementi più vitali », ed in quanto si riferisce ai tessuti ed agli organi, collima coll'elezione naturale, perchè l'armonia fra queste parti, che ne risulta, è dovuta alla soppressione di quegli organismi, nei quali un tessuto od un organo ha rag-

giunto uno sviluppo smodato compromettente l'esistenza del tutto, come lo dimostrano i tumori di vario genere. L'adattamento funzionale poi deve essere ricondotto al principio dell'uso e disuso degli organi che però il Roux ed i suoi seguaci hanno così sapientemente seguito nella struttura anatomica degli animali da dimostrarne l'altissima importanza ed elevarlo a fattore di primo ordine dell'evoluzione.

I concetti del Roux intorno ai limiti da assegnare all'elezione naturale hanno trovato fra gli evoluzionisti moderni dei seguaci troppo zelanti, ed è avvenuto ciò che accade ad ogni nuova scoperta, se ne è cioè esagerata la portata; così Ives Delage, nella sua preziosa opera sulla struttura del protoplasma e sulle teorie dell'eredità, pubblicata due anni or sono, restringe ancora più la sfera di azione dell'elezione naturale che crede atta soltanto ad eliminare i caratteri estremamente dannosi alle specie (pag. 816), e Guglielmo Haacke, nel suo libro sulla meccanica dello sviluppo apparso in questo stesso anno, non ammette affatto questo sommo principio darwiniano, del quale anzi parla in termini sprezzanti (pag. 331).

Il Delage cerca di sostituire al darwinismo idee sue proprie asserendo che le specie si formano generalmente per effetto della variazione generale, dovuta cioè a cause generali, di rado per effetto delle variazioni individuali leggere, e mai per opera di variazioni individuali forti o teratologiche, modo di vedere che

sembra giusto in buona parte; ma egli confida troppo nell'azione diretta dell'alimento, del clima e dell'uso e disuso degli organi, e se invece di abbozzare i suoi concetti, li avesse seguiti nei loro particolari, avrebbe scoperto le molte lacune che lascia la sua dottrina. Quanto al libro di Haacke, esso è scritto piuttosto con indirizzo filosofico che naturalistico, e sebbene contenga qualche pagina istruttiva, non accosta i grandi problemi della biologia di un solo passo alla loro soluzione (Nota V^a).

Chi nega all'elezione naturale ogni valore, deve di necessità negare anche la lotta per l'esistenza che pur ebbe il riconoscimento universale e perfino quello degli avversari dell'evoluzionismo; deve rinunciare alla spiegazione di alcune particolarità dello sviluppo individuale, ad esempio della separazione degli ovidotti dagli ureteri, e degli apparecchi ausiliari degli organi dei sensi (Nota VI^a); e deve ammettere di non poter rendere ragione di quei fatti che si riferiscono ai rapporti di ogni singolo organismo col mondo ambiente, come sarebbero i colori protettivi, il mimismo, le armi di offesa e di difesa, gli apparecchi vocali e stridulanti in quanto non costituiscono caratteri sessuali secondari, le formazioni che determinano l'incrocio e la dicogamia, alcuni istinti come quello degli araneidi di costruire ragnatele o delle formiche di far schiavi, la struttura peculiare delle piante insettivore e rampicanti, ed altri simili. Chi non ammette l'elezione naturale, deve porre ogni sua fiducia nella biomeccanica; ma da questa non si deve esigere più

di quello che possa dare, nè devesi ignorare che questa giovane scienza poggia ancora sopra fondamenti poco esplorati, poichè le nostre conoscenze intorno al protoplasma sono assai deficienti e frammentarie, nè progressi notevoli a tale riguardo si potranno ottenere finchè non saranno ulteriormente perfezionati i microscopî, e migliorati i metodi delle indagini microchimiche e micrografiche.

È di capitale importanza conoscere esattamente la struttura minuta del protoplasma che è il substrato della vita; ecco pertanto un vasto campo di ricerche che possiamo additare alla gioventù studiosa come meritevole della massima attenzione, campo irto di ostacoli, ma dove i serî propositi e l'assiduo lavoro saranno indubbiamente coronati di conquiste inaspettate. Il secolo presente, che volge al tramonto, ha sgombrato la via a questi studi liberando la biologia dai vecchi e sterili concetti delle creazioni indipendenti, dei cataclismi generali e della forza vitale, sostituendo ad essi quelli moderni e fecondi dell'evoluzione, dei lenti cambiamenti delle condizioni geologiche della terra e quelli attinti alla biomeccanica, i quali tutti nel loro insieme compendiano la nuova maniera di spiegare le forme ed i fenomeni della vita col solo ed esclusivo ricorso alle leggi immutabili della natura.

Tutto nel mondo organico si compie per evoluzione, e la stessa teoria della discendenza ha dovuto sottostare a questa legge e svolgersi nel corso dei tempi fra discus-

sioni incessanti per raggiungere il suo stato presente. Varie sono oggi le scuole che su questo terreno si estendono la supremazia, ma tutte lasciano delle lacune da colmare e dei problemi da risolvere. In mezzo a tante incertezze possiamo tuttavia, riassumendo le cose più dette, affermare che tra i fattori dell'evoluzione va accolta larghissima parte all'influenza degli agenti esterni che in ultima analisi sono la causa precipua della variabilità delle specie; - che l'eredità trasmette ai discendenti non soltanto i caratteri embrionali, ma talvolta anche gli acquisiti; - che i tentativi fatti di ripristinare sebbene sotto nuove vesti, la dottrina della preformazione allo scopo di spiegare i complessi fenomeni dell'eredità, non trovano appoggio nella biomeccanica, ma invece conduce all'epigenesi; - che l'organismo ha nella propria costituzione, nella lotta fra le parti e negli effetti degli stimoli funzionali alcune fra le condizioni necessarie all'autodifferenziamento delle cellule e dei tessuti e quindi anche delle funzioni; - che le produzioni mistiche, mentre attestano la plasticità delle specie all'influenza dell'ambiente, sono dovute all'opera cosciente dell'uomo; - che le differenze sessuali sono prodotte dall'elezione sessuale e dall'azione diretta sull'organi delle ghiandole essenziali del sesso e delle loro sezioni in collaborazione coll'elezione naturale; - e che l'immensa varietà delle specie animali e vegetali è prodotta dall'elezione naturale in concorso cogli agenti biomeccanici.

Nessuno può prevedere, quale avvenire sia riservato alla teoria della discendenza dalle scoperte del futuro; ma una cosa sappiamo con certezza, ed è che il concetto fondamentale dell'evoluzione è uscito vittorioso da cimento secolare, e può quindi senza esitazione essere inscritto nel grande libro del patrimonio della scienza.

NOTE

(Nota I^a). - Il De Filippi, nella citata lezione popolare, ha fatto il tentativo di conciliare la creazione coll'evoluzione, ammettendo che il creatore abbia dotato la prima forma organica, apparsa sulla terra per opera sua, del potere di generare tutte le altre nel corso dei tempi geologici per evoluzione; ma questo tentativo, come tutti gli altri fatti dappoi (Stoppani, Fogazzaro), dovette naufragare davanti alla rigidità della scienza che non sa che cosa sia la conciliazione e conosce soltanto verità da propugnare ed errori da combattere.

(Nota II^a). - Un saggio del modo usato dallo Stoppani nel combattere l'evoluzionismo ci presenta il suo libro « Il dogma e la scienza positiva ». Le asserzioni violente del geologo milanese furono giustamente biasimate nel 1885 dal defunto prof. Francesco Gasco in un suo discorso inaugurale letto all'Università di Roma.

(Nota III^a). - Il concetto della forza vitale poteva sussistere quando gli organismi, anche superiori, erano considerati come unità biologiche; ma dopo che il Bichat, lo Schleiden e lo Schwann

hanno distrutto il concetto unitario della vita, l'esistenza di una speciale forza vitale è divenuta insostenibile. Il dott. Félix Dantec, nel suo libro *Théorie nouvelle de la vie* (Paris, 1863), paragona la forza vitale al principio flogistico di Stahl, e questo è caduto dopo la scoperta dell'ossigeno, anche quella è destinata ad essere sostituita da una spiegazione scientifica basata sulla conoscenza delle proprietà fisiche e chimiche del plasma. Il Le Dantec, infatti, termina il suo volume colle parole: « Dans ce qui frappe nos sens au cours de l'observation des vivants, rien n'est en dehors des lois naturelles établies sur les corps bruts (chimie et physique) ». Sostenere oggi l'esistenza di una forza vitale sarebbe un anacronismo; soltanto alcuni botanici, fra i quali H. St. Chamberlain, non si sono ancora svincolati da questo pregiudizio deleterio.

(Nota IV^a). - Per dimostrare l'influenza dei testicoli sul mascolinismo, basta accennare al fatto che se togliamo questi organi ad un vitello o ad un galletto, quello, anzi che un toro, diventa un bue, e questo, anzi che un gallo, un cappone. È anche vero che il cervo castrato, se ha le corna, non le muta, e se le corna cadute, non le riproduce. Anche le ovaie e l'utero hanno un'influenza manifesta su altri organi, ad esempio le mammelle. Un fenomeno assai interessante ha recentemente fatto conoscere il dott. Trautmann nei *Compt. rend. des séances de la Soc. de Biologie* (6 Mars 1895). Nel *Chorioptes auricularum* var. *furonis*, acaroideo della famiglia dei psoroptidi, il maschio s'accoppia colla larva minile esapoda, la quale in conseguenza di tale copula diventa immediatamente adulta (ovigera) saltando lo stadio di ninfa; oltre ciò il maschio adulto può accoppiarsi con una larva minile che per effetto di tale copula diventa maschio adulto senza traversare lo stadio di ninfa octopoda. Lo sperma ha dunque la facoltà di affrettare la metamorfosi tanto delle larve femmine

che maschili, ciò che dimostra che la sua azione non si limita all'uovo, ma si estende su tutto l'organismo.

Alla seconda categoria appartengono quegli organi, co' quali i maschi possono tenere ferma la femmina durante la copula e che sono frequenti principalmente negli artropodi. I caratteri della terza categoria possono subire, massime nel sesso femminile, delle modificazioni per opera dell'elezione naturale. Vedi il mio libro « Per l'Evoluzione », pag. 91 e seg., seconda tiratura, 1897.

(Nota V^a). - Haacke, nel suo libro *Grundriss des Entwickelungsmechanik*, rimprovera al darwinismo sopra tutto di ricorrere alle variazioni accidentali ed afferma che perciò il darwinismo « nulla insegna all'infuori della trivialità (sic!) che deve morire chi non può vivere, una verità che si conosceva anche prima che venisse il Darwin, sebbene su ciò non fossero stati scritti dei libri » (pag. 331). Il darwinismo riposa sopra un fatto assolutamente certo, che cioè gli organismi variano; il quesito, se le variazioni sieno accidentali o meno, sorge in seconda linea, e per dare una risposta, sarebbe anzi tutto necessario di stabilire il significato della parola accidentale. Chi respinge ogni concetto teleologico e non ammette un *nisus variandi* che sarebbe una frase vuota di senso, deve affermare che le variazioni sono accidentali, casuali, perchè direttamente od indirettamente cagionate dagli agenti esterni, l'azione dei quali non può essere esattamente preveduta e misurata.

(Nota VI^a). - Vedi W. Roux, *Der Kampf der Theile im Organismus*, pag. 205.
