

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI

1924

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXIII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

nell'elemento combinato col metalloide decresce il valore del rapporto tra volume atomico e valenza, ad assumere dapprima i massimi valori positivi, poi, almeno in linea generale, a diminuire gradatamente: tali differenze sono prevalentemente positive nei fluoruri e negli ossidi; raggiungono valori negativi negli altri composti sempre più marcatamente passando dai cloruri agli ioduri e dai solfuri ai tellururi.

La linea HK intanto si sposta quasi parallelamente a se stessa verso sinistra, mentre andiamo dal fluoro allo iodio e dall'ossigeno al tellurio, cioè verso metalloidi a volume atomico via via crescente.

Notiamo bene che queste conclusioni, più che a controllare o prevedere il valore della densità dei singoli composti, servono solo, per ora almeno, a stabilire una tendenza generale.

Genetica. — *Valore genetico e probabile estensione del metodo di « mutazione elettrica ».* Nota di ROBERTO SAVELLI, presentata dal Socio R. PIROTTA (1).

I. Comparando i fatti noti coi nuovi conquistati dal pioniere della « elettrogenetica », Alberto Piròvano, elaborai la teoria genetica dei mutati organismi ottenutini, mostrandoli come prodotti d'una particolare ibridazione, probabilmente soggetti — per motivate ragioni — alle regole di scissione e di prevalenza: di questa specialmente sviluppai le conseguenze, per la loro trascuranza potendosi supporre sciupata una parte del materiale mutato. Un passo del Piròvano, prima sfuggitomi (pp. 116-117), dice di tralasciare le esperienze ove *nel primo anno* non si ravvisi successo: l'errore genetico di cui congetturalmente dubitavo fu dunque commesso con positiva certezza: per siffatto modo ogni mutazione recessiva *dovette* essere inesorabilmente gettata e la valutazione del metodo limitata dalla *inconsapevole cernita delle sole dominanti*, che potranno essere — concederò — le più importanti, non, verosimilmente, le più frequenti. Riflettendo al determinismo della dominanza nel procedimento « jonolitico », e raccogliendone taluni indizi, io sarei propenso ad estendere ancora la portata del mio rilievo, non parendomi di poter escludere che tra le mutazioni nascenti per tal causa, anche quelle poi manifestantisi come dominanti non possano esordire come mendelianamente recessive, acquistando forza di prevalenza soltanto quando la « jonolisi » abbia raggiunto il conveniente grado d'intensità e di durata, ciò che non starebbe in necessario contrasto con la « regressione della dominanza » altrove ottenuta. Comunque, l'applicazione, alla « jonolisi », di un altro concetto, quello di « premutazione », prova che neanche dopo F_2 si può esser certi di un

(1) Presentata nella seduta del 7 dicembre 1924.

esito nullo, e così, per altro motivo, estende e conferma la pratica conclusione che le discendenze « jonogenite » non sarebbero mai da scartarsi troppo presto: in nessun caso il saggio esplorativo potrà limitarsi ad F_1 . Appunto circa la « premutazione » io mostravo l'alto pregio degli esperimenti del Piròvano, riuscendo a farlo emergere proprio da una necessaria radicale rettifica del suo errato concetto sulla genesi delle mutazioni di *Oenothera*: valganmi gli stessi esempi, allora prescelti, a procedere sulla medesima via.

II. La mutazione *O. gigas* sta in rapporto, di legame se non proprio d'assoluta dipendenza, con la *tetraploidia*; 14 dei suoi cromosomi possono dirsi determinanti la mutazione appunto in quanto *in eccesso*, soprannumerari, perciò detti *extracromosomi*; ma non sono tuttavia cromosomi *diversi*: tratti dal suo solito corredo ereditario, restano sempre cromosomi di *O. Lamarckiana*: non costituiscono una *innovazione*, qualitativamente parlando, bensì una *ripetizione*; considerati singolarmente, non sono punto cambiati: cambiata è soltanto l'architettura d'ordine superiore, secondo cui si raggruppano. Di più: in questo caso, essendo tutti i cromosomi ugualmente ripetuti, neanche il rapporto complessivo tra i vari elementi genetici è cambiato: *O. gigas* ha la stessa proporzionale costituzione di *O. Lamarckiana* e potrebbe dirsi un *polimero* di questa, condensante nella struttura nucleare un raddoppiato numero dei suoi elementi genetici, così come *diamilene*, p. es., rispetto ad *amilene*, raddoppia, per dir così, la sua molecola, condensandone due in una. Il concetto di « numero cromosomico » richiama — sotto certi aspetti — quello di « grandezza (peso) molecolare ». Nel composto chimico il cambiamento di caratteri organolettici, costanti fisiche ecc., è l'estrinsecazione sensibile dell'invisibile cambiato ordinamento molecolare, così come nell'*O. gigas* il cambiamento somatico è la visibile conseguenza del nascosto mutamento di costituzione gamica, di cui la duplicazione cromosomica costituisce l'atto più prossimo alla vera causa, senza tuttavia identificarsi con questa: difatti dietro un comune fondamento meccanico (atomico o cromosomico, molecolare o nucleare) possiamo, nell'un caso e nell'altro, cercare od intuire una ragione più intima, probabilmente energetica. *Diamilene* può dirsi specie chimica diversa da *amilene*, allo stesso titolo come *O. gigas* si dice specie botanica diversa da *O. Lamarckiana*; ma è chiaro che *O. gigas* non rappresenta una parola veramente nuova nel gran discorso dell'evoluzione. Analogamente *O. lata* ed altre moltissime possono riferirsi ad un extracromosoma divenuto fattore d'anomalia soltanto per la sua eccedenza. Per credere che nelle forme di *Oenothera* a 15 cromosomi l'extracromosoma appunto sia responsabile della mutazione, non fa impedimento l'esistenza di queste forme in numero maggiore di 7 (7 essendo i casi possibili d'extracromosoma): così come uno stesso atomo o gruppo mobile può determinare l'esistenza d'isomeri diversi, sembra possibile che un extracromosoma possa dare più mutazioni, cioè diversi ordini di manifestazioni somatiche, verosimil-

mente a seconda de' variabili rapporti (funzionali, meglio che topografici) che nell'attivazione dei suoi geni può contrarre, or col suo omologo compagno, or con altri cromosomi. Anche in queste forme, dunque, la mutazione è una *complicazione* d'architettura nucleare senza un qualitativo cambiamento degli elementi costruttivi. I cromosomi, generalmente diversi l'un dall'altro, nel nucleo, rappresentano ciascuno un'unità d'ordine superiore (*idante*) coordinante una gerarchia d'unità minori, in certo grado autonome (*idi*, *pangenosomi* ecc., chiaminsi come si voglia, o dicansi tutte genericamente *biomonadi*), scendenti fino all'ipotetico *gene*, atomo genetico; ma riguardo ai nostri casi, per cogliere intuitivamente la linea fondamentale del fenomeno, possiamo figurarcene un modello idealmente semplificato, e dire — analogicamente — che quando il fosforo, variando il numero d'atomi della sua molecola, passa dalla forma così detta gialla alla rossa (diversa tanto da parere altra sostanza) ci offre, in qualche modo, l'esempio d'una siffatta *mutazione*, ed insieme una suggestione del giusto criterio per non confondere l'ampiezza dell'effetto esteriore (somatico, fenotipico) col valore della sua causa (germinale, genotipica). Se veramente si potesse provare la *dipendenza* di queste mutazioni dall'aumento di cromosomi che, *in se considerati*, rimasero identici a quel che erano quando appartenevano alla pianta madre generatrice, *O. Lamarckiana*; se dipendessero dall'aggregazione di qualsiasi porzione d'idioplasma che a questa specie potrebbe ancora competere, allora ci avvedremo che (qualunque fosse l'entità somatica della loro estrinsecazione) non per questi meccanismi potrebbero spuntare nuovi tronchi sull'albero filogenetico: se tutte le mutazioni fossero di tal sorta, non per esse la via conducente « dall'ameba all'uomo »! Ma, a parte che qualunque teoria è appunto mutabile e, per sua natura, transeunte, la persistente vitalità di questa devriesiana e la ragione del suo crescente impulso stanno in ciò: che, non occupandosi tanto della *causa* quanto del *modo* dei fenomeni evolutivi, attraverso di essa i più diversi fattori possono convergere verso nuove conseguenze. I precedenti fatti, notissimi, avran forse preso nella mia esposizione aspetti e collegamenti tali da farla apparire guidata da un certo spirito di sistema: cambiamenti soltanto numerici e distributivi dei geni son forse un'astrazione; forse non si danno mutazioni senza che vi corrisponda nell'idioplasma un qualche cambiamento anche qualitativo la cui essenza resta nascosta nel fondo più oscuro del concetto di *premutazione*; ma se è vero che, di fronte a un problema, possono « artificialmente dimenticarsi » le circostanze concorrenti nel fatto, non « essenziali » per lo scopo in vista, mi sia consentito di *isolare* il dato semplice che molte mutazioni (le più numerose finora, le meglio descritte) possono ricollegarsi a cambiato numero o rapporto delle stesse unità preesistenti (mutazioni, vorrei poter dire, di polimeria e d'isomeria, donde la reversibilità e commutabilità già in qualche caso osservate) e di far emergere nudamente questo concetto elevandolo a

contrasto dell'altro, più profondo e meno esplorato, di mutazioni basate su cambiamenti qualitativi d'unità numericamente fisse. Che in natura i due processi s'intreccino; che forse la loro distinzione possa non esser altro che una rappresentazione del pensiero, non toglie ch'essa distinzione, appena enunciata, serva a farci accorti — appunto subiettivamente — che vi sono due *vie* di ricerca. Ed io vedo lo sviluppo avvenire della teoria delle mutazioni principalmente raccomandato a quelle in cui potran dimostrarsi, piuttostochè *associazioni nuove di vecchi geni*, trasformazioni fisico-chimiche dei geni stessi, non più *equivalenti* a quelli della specie stipite: effetti metamorfici sulla sostanza idioplasmatica o su alcune sue zone. È un problema citochimico e, perciò, prima fisiologico che genetico: gli Hertwig, con la loro *radiumcromatina*, scrissero la prima parola di questo nuovo capitolo, cui danno largo svolgimento le mutazioni del Piròvano. E questa è la loro più vera e più grande importanza, che non poteva mostrarsi se non comparativamente, per la via qui dietro percorsa; al termine della quale appare, in una prospettiva nuova, la possibilità di spingere anche più innanzi gli effetti della « jonolisi ».

III. *Oenothera gigas* nasce quando il gonotoconte di *O. Lamarckiana* « dimentica » la *riduzione cromatica*; la nascita di *O. lata* è uno « sbaglio » nella riduzione medesima: parole tanto primitivamente antropomorfe sono le sole adatte a ritrarre l'ignoranza delle cause! Il citologo, abituato a fissare i protoplasti nelle lor morte apparenze, potrà credere di « spiegare » la mutazione se riesce a connetterla ad un fatto cromosomico, ma veramente non spiega nulla: respinge un po' indietro il problema. I cromosomi son come mobili centri d'addensamento d'una materia colloide perpetuamente modificantesi, e le incognite ragioni del loro numero e forma, costanza o variazione, stanno nelle riposte forze che governano questa materia, nelle sue intime attrazioni e ripulsioni. Le quali potrebbero essere attrazioni e ripulsioni *elettriche*. Al Piròvano, insieme col concetto della natura colloidale della materia vivente, è mancata la cognizione di una « *vita elettrica* » della cellula. Ma da quando, nel 1879, il Fol lanciava un suo indeterminato concetto intuitivo, hanno avuto lungo sviluppo ed insistenti ricorsi (Lillie, Hartog, Gallardo, Kuckuck, Enriques, ecc.), sempre esercitando forte suggestione sui biologi, le ipotesi elettrologiche specialmente applicate alla dinamica cromosomica, che appunto riguarda il nostro problema. Il Piròvano ha creduto che le mutazioni naturali sorgessero per azioni solari sul *granello pollinico*: basta notizia che le meglio studiate sono invece connesse ad alterazioni nella mitosi del *gonotoconte*, e cognizione, sia pur diffidente, delle spiegazioni elettriche di questa mitosi, per sentirsi spinti concordemente da doppia forza al tentativo di esperire la « jonolisi » nel tempo e luogo tanto naturalmente indicati: *sull'evoluzione del gonotoconte, meglio che sulla stasi del gamete*.

IV. La constatata efficacia della « jonolisi » sui cromosomi in riposo e già normalmente distribuiti forse vale meno in sè che non come promessa

di azioni più profonde sui cromosomi in moto ed in via di ripartizione. Ripensando alle peculiarità delle *cinesi allotipiche* ed alla felice concezione di chi paragonò i cromosomi ad unità tattiche (Fick), destinate ad agevolare le manovre degli elementi ereditari lung'esse, per così dire, schierati, sarebbe già difficile il sottrarsi alla suggestione intuitiva che, proprio cogliendoli durante i complicati moti e le permutazioni di questa iniziata manovra, debba esser più facile turbare la consueta norma, sviarne le preordinate coincidenze, volgerli a nuovi orientamenti; specialmente in quel momento critico e culminante che delimita le due alternanti generazioni del ciclo ontogenetico: nel « punto di trasformazione » tra la zigofase e la gamofase. Ma, a prescindere da concetti generali, la obiettiva constatazione che appunto questo momento è decisivo di molte mutazioni naturali mostra in esse la testimonianza più verace e numerosa in favore di questa tesi. E, volendoci ancor più restringere alla particolare considerazione delle azioni del Piròvano, non sapremmo rifiutare il confronto coi reperti della radiofisiologia, i più sviluppati, sotto l'impulso delle applicazioni radioterapiche, i più affini e più noti di cui pel momento si possa disporre. Ebbene: non solo risulta (dalla così detta legge di Bergonié e Tribondeau) che la radiosensibilità delle cellule viventi è in rapporto diretto con la loro attività riproduttiva, che le più sensibili addirittura sono le cellule riproduttive, e che la parte più colpita ne è appunto la *cromatina*, sostanza idioplasmatica (dati che facevano presagire le applicazioni genetiche); ma, stando ai reperti di Krause e Zeigler, ecc., risulta che la più intensa « reazione radiochimica », le manifestazioni della maggiore radiosensibilità, son date appunto dalla cromatina in *movimento*, nei periodi di *cariocinesi*. Del resto il concetto di « periodo sensibile », già per molte e diverse vie entrato — sia pur con mutato nome — dalla fisiologia nella genetica, ebbe sviluppi sperimentali addirittura meravigliosi nelle ricerche del Tower, qui appena menzionabili, in appoggio alla proposta di trasferire l'azione « jonolitica » dal *gamete in riposo*, finora aggredito dal Piròvano, al *gonotoconte in movimento*. All'esperienza il dire se questo è un errore.

V. Ma qui bisogna chiaramente distinguere. Il Piròvano ha, con fortunati esperimenti, mostrato il vantaggio di agire sul polline, non già emesso e pronto alla sua funzione, ma « ancor racchiuso nell'antera » (p. 250). Tuttavia sarebbe erroneo lo scorgere in ciò un avviamento verso il criterio da me indicato, che differisce tanto da quello, quanto la sporogenesi differisce dalla maturazione fisiologica del polline già formato. La quale non ha nulla che fare, naturalmente, con la sua preparazione morfologica, benchè i processi a questa corrispondenti, nell'ovo animale, s'indichino appunto col termine medesimo di « maturazione ». Il Piròvano, movendo dai presupposti teorici del suo « concetto informatore », stabilisce a cardine del suo processo l'azione sul *gamete*, sia attraverso il polline che lo contiene, sia attraverso la pianta che

custodisce il polline a sua volta, dopo aver formato il gamete; difatti, conformemente a tal criterio, egli agisce sulle antere « nell'ultima fase del loro sviluppo » (pp. 104 e 229). Io proporrei, al contrario, di agire *quando il gamete, come tale, ancora non c'è*. La maggior sensibilità, su cui il Piròvano fa assegnamento « jonolizzando » le antere con granelli citologicamente già evoluti, è quella che può derivar loro da uno speciale stato fisiologico, da un « plasma più labile » aggredito « prima che irrigidisca » i « collegamenti molecolari » dai quali dipende la « coesione vitale » dei suoi « minimi elementi »; un concetto fisico-chimico, ritratto anche meglio dall'accenno alle « tenerissime aggregazioni del plasma », intuitivamente attribuite agli organi in accrescimento (p. 118), un concetto del cui valore sono testimoni alcuni esperimenti, ma che nulla ha di comune con le idee che ispirano l'azione sul gonotoconte; la quale, allontanandosi dall'azione sui gameti, differisce altrettanto da quella su cellule semplicemente sporofitiche, prospettata come possibile dallo stesso Piròvano (pp. 167-168). Il momento in cui, nel nucleo diploide, i cromosomi si separano per formare nuclei aploidi (che — in un certo senso — potrebbe dirsi l'atto inverso della fecondazione) sembra dover esser quello che più conceda agl'influssi, tanto sull'intima struttura dell'idioplasma quanto sulla sua distribuzione. Questo momento è di molto oltrepassato nel grande boccio figurato dal Piròvano tra i poli del suo *elettromagnete retto-lineare*; ma è certo che l'apposita costruzione di questo lo fa adatto anche pel nuovo tentativo proposto, che tecnicamente non sembra presentare difficoltà molto maggiori e probabilmente permette la *simultanea azione su macro- e microsporofillo*; ma che richiede, in più, i lumi del citologo che determini, caso per caso, il momento opportuno, in modo da poterlo individuare sugli organi viventi. Questo è certo, che fin quando si agisca sul gamete, il determinato numero di cromosomi ad esso già conferiti non potrà essere cambiato mai, a meno che la lesione non sia tanto spinta da determinare, posteriormente, nelle divisioni nucleari embriogenetiche, costruttrici dello sporofito, un perturbamento tanto profondo da alterare addirittura (con la « eliminazione » di alcuni cromosomi) il loro fondamentale carattere di *divisioni equazionali*: ma allora, è lecito supporre, si avrebbe un risultato piuttosto patologico che genetico. È pur giusto riconoscere che la « jonolisi » dell'antera, oltre l'intenzione del Piròvano che si proponeva di agire sul gamete, in qualcuna delle sue esperienze più anticipatamente iniziate (cioè sui bocci più giovani), può aver abbracciato, in qualche parte del sacco pollinico, qualche divisione nucleare dei gametofiti, tenuto conto anche della loro non perfetta contemporaneità di sviluppo. Ma anche questo cambierebbe ben poco, perchè gli sforzi, secondo me, vanno concentrati sul *gonotoconte*.

VI. Ulteriori applicazioni e sviluppi attende dunque la « jonolisi », mezzo sottile e potente per scuotere, senza romperla, l'intima trama della sostanza ereditaria. Nel libro che annunzia questa scoperta, troppe, ingom-

branti le scorie: le leggi di Mendel fraintese e svisate, una curiosa concezione degl' ibridi che li riduce a *chimere* ed una spiegazione « biomeccanica » della sterilità che potevan solo proporsi da chi non avesse tenuto conto degli studi in proposito, ecc. Ma appunto: questo è un documento di vita interiore, in cui brilla un ardor di ricercà che, poco assumendo dall'esterno, s'alimentò di sè stesso, per 24 anni in silenzio... Ricordando la frase del Loew, che il protoplasma vivente « è una struttura labile, fatta di materia labile », il genetico vede come, anche per sè, il problema massimo sia d'imprimere all'idioplasma cambiamenti che sieno insieme di *sostanza* e d'*architettura*. Niente ancora s'avvicina a tal risultato, ma, raccogliendo dati ed indizii, ci sembra che la via lungo la quale si conseguirà, in tempo lontano, possa esser quella ora aperta da Alberto Piròvano con le sue « mutazioni elettriche ». Epperò, con soddisfazione profonda e bene augurante, noi consegniamo alla storia della genetica questo nome e quest'opera, degna della tradizione così antica e gloriosa cui s'ispira in Italia lo studio dell'elettricità e delle sue applicazioni feconde, e dove l'elettrobiologia potrà riprendere il posto che già altra volta le diede tanta vicenda d'indagini, da Galvani a Matteucci.

Biologia. — *L'allungamento della cellula durante l'anafase della cariocinesi.* Nota del dott. GIUSEPPE FADDA, presentata dal Socio B. GRASSI (1).

In un suo recente lavoro Giglio-Tos (2), a conferma di una deduzione teorica della sua interpretazione della cariocinesi, secondo la quale la cellula deve allungarsi quando si divide, sempre che non vi sieno ostacoli che glielo impediscano, richiamava l'attenzione dei biologi sull'erronea e comune credenza che i cromosomi durante l'anafase migrino verso i centrosomi.

Questa credenza è così diffusa e radicata che non solo è esposta in tutti i trattati di citologia ma, cosa strana, è condivisa anche da coloro che danno figure della cariocinesi che sono in evidente contrasto con le relative descrizioni.

Valga un esempio: il Goldschmidt, nel suo schema della divisione cariocinetica del nucleo e della cellula (Correns-Goldschmidt: *Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes*, 1913), dà figure (a pag. 82) dove risulta in modo così lampante: che la cellula tutta si allunga nella divisione; che il fuso si allunga e quindi i centrosomi si allontanano; che i cromosomi

(1) Presentata nella seduta del 7 dicembre 1924.

(2) E. Giglio-Tos, *La pretesa migrazione dei cromosomi durante l'anafase della cariocinesi* (Rend. Acc. Lincei, vol. XXXIII, 1° sem., pag. 316).