Ein anderes Problem, das mir die Methode vielleicht zu klären berufen erscheint, wäre das von Loeb so geistreich aufgeworfene Problem nach dem Mechanismus von Befruchtung und Zellteilung vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus, und hoffe ich, in naher Zukunft auch darüber einiges berichten zu können.

Endlich, um aus der Fülle der sich aufdrängenden, nunmehr praktisch ausführbaren Versuche noch einen herauszugreifen: es ist die Frage nach der Lichtempfindlichkeit gewisser als Photorezeptoren vermuteter Organellen von Zellen, besonders z. B. der sogen. „roten Flecke“ der Flagellaten; auch die physiologische Analyse von Sehvermögen bei niederen mikroskopischen Tieren, wie gewissen Würmern, Mollusken, Crustaceen gehört hierher, sowie das Studium von lichtempfindlichen Apparaten der Pflanzenzelle, d. h. der Chlorophyllkörper. Die in dieser Richtung unternommenen orientierenden Versuche, also an speziell photosensiblen Einrichtungen der lebenden Objekte, geben auch Hoffnung auf Ermittlung wichtiger Schlüsse.

Am Schluss sei es mir gestattet, schon an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank folgenden Herren auszusprechen: Herrn Prof. Dr. V. Czerny Exz. und Herrn Prof. Dr. v. Wasielewski in Heidelberg, sowie Herrn Prof. Dr. A. Benedicenti in Genua für die freundliche Überlassung von wissenschaftlichen Mitteln der von ihnen geleiteten Institute, ferner Herrn Dr. A. Köhler in Jena für freundliche Einführung in die Handhabung seiner Methode der Mikrophotographie im ultravioletten Licht und schließlich Herrn Prof. Dr. O. Wülfig in Heidelberg für liebenswürdige Einführung in die Praxis der geometrischen Optik.

Effetti della decapitazione in *Calotermes flavicollis* e in altri Artropodi.

Del Dott. Salvatore Comes.

(Libero docente di Zoologia e Anatomia Comparata nella R^a Università di Catania, Professore di Steria Naturale nel R^o Liceo di Modica [Sicilia]).

Riferisco brevemente su una semplicissima esperienza, e pur tuttavia importante, non tanto in se stessa, quanto per le considerazioni a cui essa prestasi. Studiando da qualche tempo i flagellati dei Termitidi, ho dovuto procurarmi, in una certa quantità, questi insetti delle due specie *Termes lucifugus* e *Calotermes flavicollis*, le sole che vivano nella Sicilia. Ora nella manipolazione che ne facevo per poterne estrarre il tubo digerente e spappolarne ed esaminarne il contenuto, trovavo opportuno troncare con un colpo netto il capo dell'animale ed estirpare colla punta dell'ago l'estremo posteriore dell'intestino, che riuscivo in tal modo a trar fuori in tutta la sua estensione.

Avendo ripetuto moltissime volte questa operazione, m'accorsi, sin da principio, della persistenza di certi riflessi, quali i movimenti delle gambe, la loro tendenza ad afferrare gli oggetti che le stimolassero, lo sforzo di ripigliare la disposizione dorso-ventrale, qualora essi fossero stati messi a rovescio. Anche il capo, separato dal resto del corpo, ben presentava ancora per un certo tempo i riflessi degli organi masticatori, sensibili, ecc. Questi fenomeni si notano sia in *Termes lucifugus*, sia in *Calotermes flavicollis*, ed essi non differiscono da quelli che si riscontrano in altri Artropodi, nelle medesime condizioni di esperienza. Quello che mi ha sorpreso e, ch'io sappia, non è stato notato sinora in altri animali, artropodi o meno, è il seguente fenomeno: Spesso, in seguito alla decapitazione, l'animale poteva ancora eseguire dei movimenti di deambulazione, non più in avanti, ma all'indietro, di raro con spontaneità, sempre in seguito a uno stimolo che poteva essere meccanico. Decisi di prestare maggiore attenzione all'osservazione incidentale fatta, fissandomi direttamente sul fenomeno e cercando di ripeterlo nelle condizioni più opportune. L'esposizione seguente si riferisce al solo *Calotermes flavicollis* sul quale ho potuto sperimentare. Se dal tubetto in cui son conservati, prendiamo dolcemente con una pinza uno di tali individui, e lo posiamo sul tavolo da lavoro o su una lastra di vetro, esso allora cercherà di scappare in varie direzioni, ma procedendo sempre in avanti, e di solito verso i punti di maggiore oscurità. Talora, forse per lo stato di inanizione o pel torpore causato da una temperatura piuttosto bassa, o per il malessere in cui l'animale è caduto per le sudette ragioni, esso mostrasi come intontito, presentando un curioso moto di oscillazione dall'avanti allo indietro, a zampe ferme, e movendosi poi molto lentamente. Del resto questa lenta locomozione può esser l'effetto dell'improvviso passaggio dal buio all'ombra che per un certo tempo lo disorienta; infatti esso riacquista, dopo qualche minuto, una grande agilità. Ad ogni modo, nelle condizioni di torpore l'animale procede adagio, agitando con movimento alterno, pendolare, le sue antenne, quasi cercasse di esplorare con circospezione il terreno. Forse appartengono a questa categoria di lenti movimenti più o meno oscillatori quegli scuotimenti che il Grassi chiama movimenti convulsivi, ed ai quali questo A. ha attribuito il significato, secondo me un po' troppo antropomorfo, di allarme, di lamento, di richiamo, insomma d'un vero e proprio linguaggio.

Se noi stimoliamo l'estremità posteriore d'un *Calotermes* colla punta di un ago, l'animale accelera il suo corso in avanti, se stimoliamo l'anteriore l'animale lo rallenta o si arresta, o devia, sempre però portandosi all'innanzi col capo. Questa esperienza dimostra che il movimento non è da attribuirsi ad una reazione stereotropica. Quando l'animale è decapitato esso si muove all'indietro, dapprima

quasi sempre spontaneamente, ma per poco, pur tentando, anche quando sta fermo, di proseguire colle zampe, che agita continuamente, nel suo movimento retrogrado, di poi solo in seguito a uno stimolo. E si noti che ciò avviene sia che lo stimolo venga applicato all'estremità posteriore del corpo, sia che esso venga applicato al moncone anteriore privo di testa: l'effetto, cioè il movimento a ritroso, è identico e costante.

Questo fatto ci toglie un dubbio, che cioè il movimento a ritroso dell'animale decapitato non sia effetto di stereotropismo nè positivo (stimolo alla parte posteriore) nè negativo (stimolo alla parte anteriore). Siccome il tempo delle mie osservazioni era brevissimo, l'animale immobilizzandosi ben tosto, forse per gli effetti inspiegabili dello choc, e, principalmente, perchè il liquido intestinale che usciva dall'esofago beante impigliava ed impacciava le zampe anteriori nel loro movimento, cercai di evitare questo inconveniente e di diminuire gli effetti mascheranti dello choc operatorio. A tal uopo legavo con un filo di seta la porzione del corpo che separa il capo dal tronco e stringevo fortemente in modo da produrre una grande pressione che impedisse qualunque continuità di funzionamento fra i gangli sopra e sotto-esofagei e la catena ganglionare, poi praticando un nodo rendevo duratura tale pressione. Allora, diminuiti gli effetti dello choc ed esclusa la perdita del liquido intestinale, notai, non senza mia grande sorpresa, che l'animale si muoveva a ritroso, spontaneamente, con rapidità uguale a quella ch'esso presentava prima dell'esperienza, nella locomozione in avanti. Rapidità che aumentava stimolando l'estremità dell'animale, tanto l'anteriore che la posteriore. Per quanto ripetessi tali esperienze i risultati furon sempre uguali e costanti. Essi si mantennero inalterati 24 ore e persino 48 ore dopo della legatura. Vediamo di tirare qualche conseguenza dal su riferito esperimento. Per la ragione che la locomozione a ritroso, mai normale nè spontanea nell'animale integro (bisogna provarla con forti stimoli) si manifesta solo ed esclusivamente in quello decapitato, dobbiamo inferire ch'essa devesi al fenomeno stesso della decapitazione. Non può invocarsi qui, come soddisfacente spiegazione, uno steotropismo che manca. Ricordo che prima della decapitazione uno stimolo applicato ad una qualsivoglia delle due estremità non faceva variare la processione dell'animale, come dopo l'esperienza lo stesso stimolo ad un qualsivoglia estremo del corpo non ne faceva variare la retrocessione: tutt'al più lo stimolo aumentava l'intensità del movimento, non alterandone la direzione. Non si può nemmeno ricorrere a una speciale conformazione anatomica delle zampe per spiegarci il movimento a ritroso: basterebbe ricordare che nell'animale integro si ha un movimento all'innanzi. Dopo ciò non resta che attribuire al cervello (gangli sopra-e sotto-esofagei) il valore d'un centro inibitore

dei movimenti a ritroso. Scomparso il cervello colla decapitazione, o abolita la sua influenza colla legatura, il movimento a ritroso si manifesta spesso con assoluta spontaneità, e sempre in seguito all'azione di uno stimolo. È bene avvertire che talora la spontaneità del movimento consegue ad una serie di movimenti provocati. Il valore inibitore del cervello sarebbe pure dimostrato dalla seguente esperienza: Legando fortemente o tagliando il corpo dell'animale nella sua regione mediana, in modo che da una parte stesse la testa e le appendici locomotorie, dall'altra il treno posteriore, si aveva un movimento di progressione più accentuato del normale. Più illustrativa è forse quest'altra esperienza: se si taglia il corpo dell'animale in due parti tali che nell'una rimanga la testa con un sol paio di zampe e nell'altra l'addome con due paia di zampe, il movimento della prima porzione è progressivo, quello della seconda è retrogrado, bisogna però aggiungere che questo ultimo movimento avviene in seguito a forte stimolo. Questi fatti dimostrano l'assoluta indipendenza dei movimenti addominali rispetto ai cefalici e mentre riducono il valore del cervello come centro coordinatore dei movimenti, appoggiano, in modo indiscutibile, la dottrina segmentale del Loeb. E, veramente, non si potrebbe dire del tutto inibitoria la funzione del cervello di *Calotermes* sui movimenti. Se ciò fosse, dopo la decapitazione la locomozione dovrebbe divenire più rapida verso l'innanzi. Così avviene nei Vertebrati privi del loro encefalo (Tartaruga del Redi!). E giacchè mi son riferito ai vertebrati, è bene rilevare ancora che il comportamento del «cervello» degli Insetti è analogo a quello di tutto l'encefalo dei Vertebrati e non degli emisferi cerebrali degli stessi, specialmente negli animali più elevati. Infatti mentre i Pesci e gli Anfibi senza emisferi non perdono i movimenti, anzi nei primi se ne conserva tutta la spontaneità, nei Rettili, negli Uccelli, nei Mammiferi i movimenti stessi o mancano o non sono spontanei, o non sono coordinati. Si potrebbe dire che il «cervello» degli Insetti rappresenta l'encefalo dei Vertebrati, non ancora morfologicamente nè fisiologicamente differenziato nelle varie sue parti. Lo stesso si dovrebbe dire della catena ganglionare che funzionerebbe non come il solo midollo spinale dei Vertebrati, ma come tutte le regioni spinali che si stendono posteriormente al Ponte di Varolio. Così solo possiamo spiegarci la quasi assoluta indipendenza di movimenti, propria di ogni segmento degli Artropodi, che è il fatto cardinale su cui si basa la teoria del Loeb. Così solo possiamo spiegarci la conservazione dei movimenti di *Calotermes*, anche quando insieme colla testa sia sottratto il segmento del torace corrispondente al primo paio di zampe. In ogni ganglio di questa catena noi abbiamo certamente riunite le funzioni bulbari e spinali e forse anche le cerebrali dei Vertebrati. Anche i gangli anteriori sopra e sotto

esofagei costituenti il « cervello » rispondono come parti integranti della catena, essendo sede di speciali riflessi, fra i quali voglio ricordare il seguente, per l'interesse che desta. Se si stimola un *Calotermes* al capo, esso defeca immediatamente, mentre lo stesso fenomeno non avviene stimolando altre regioni del corpo. È invero sorprendente la distanza degli estremi di questo arco diastaltico a cui per altro potrebbe prendere parte il simpatico. E torniamo adesso alla funzione inibitoria che noi abbiamo attribuito al cervello di *Calotermes*, cominciando col determinare il significato della parola « inibizione ». Per inibizione s'intende l'azione d'un centro nervoso contraria a quella di un altro, in modo che se si riesce ad eliminare la prima, si esplica nel massimo grado la seconda. Così, nei Mammiferi, la funzione della parte corticale — frontale degli emisferi è inibitoria rispetto a quella della zona rolandica, perchè frena o ritarda i movimenti che questa è capace di provocare. Però, se noi analizziamo bene il fenomeno della locomozione retrograda dopo la decapitazione, non possiamo completamente ascriverlo alla funzione inibitoria del « cervello » sulla catena ganglionare. In primo luogo cambia, colla decapitazione, la direzione del movimento, epperò si dovrebbe concludere che l'azione della catena ganglionare fosse quella di provocare movimenti coordinati retrogradi. Ora ciò non è dimostrato. Ma v'ha di più. Se noi leghiamo o tagliamo il corpo di *Calotermes* in modo che resti separato in una porzione posteriore comprendente la parte addominale, apoda, e in una anteriore comprendente il capo, il torace e le zampe, noi vediamo che quest'ultima porzione procede in avanti più rapidamente che nel normale. Si direbbe che in questo caso era l'azione della catena nervosa addominale, inibitoria rispetto a quella del « cervello ». Ciò fa pensare a una reciproca dipendenza dei gangli o centri nervosi della catena di *Calotermes*, dipendenza, direm così, di uguale ad uguale, tale cioè che l'azione di nessuno di essi, sia anche quella del cervello, possa prevalere su quella di un altro, e per contro che nessun ganglio della catena possa esser sede d'una funzione completamente subordinata a quella di un altro. Questa reciproca dipendenza che apparentemente si manifesta come una reciproca inibizione, io chiamerei appunto reciproca inibizione o antagonismo reciproco dei centri nervosi. Certamente questa teoria arieggia il concetto che il Magendie, dopo le sue esperienze di asportazione del midollo allu ugato, nei Vertebrati, attenendo così un movimento a ritrigo del soggetto, o dei corpi striati, con che al contrario si provocava un movimento progressivo esprimeva nel modo seguente: Comme cortre esprit a besoin de s'arreter à certaines images, je dirai qu'il existe, dans le cerveau quatre impulsions spontanées, ou quatre forces qui seraient placés à l'extrémité de deux lignes, qui se couperaient à angle droit, l'une pousserait en

organi di senso che fanno percepire in massimo grado svariati stimoli all'animale, di organi di prensione, di masticazione, di adesione, che lo spingono ad aggredire altri organismi o ad attaccarsi ad essi o al substrato, mantiene in perenne irritazione, cioè in prevalenza fisiologica, la parte nervosa (cervello) che presiede alla locomozione di essa. Questa influenza è grande al punto da fissare, per ereditarietà, la direzione del movimento di progressione, anche in quelle parti che pure possono, in certi momenti della vita dell'organismo, viverne separati. Tali sarebbero le proglottidi dei cestodi che hanno locomozione progressiva. Al movimento progressivo cefalico non dobbiamo dare l'interpretazione data dallo Steiner che lo subordinava ad una funzione cerebrale, ma dobbiamo spiegarcelo come un complesso di riflessi, provocati dai diversi organi suricordati di cui è sede la testa.

Infatti là dove la cefalizzazione è meno complessa, per esempio nei lombrici, riesce facile ottenere il movimento retrogrado dopo la decapitazione dell'animale. Del resto sappiamo dagli esperimenti del Loeb sui Celenterati e sui Vermi, che si possono produrre una o più estremità cefaliche, pur lasciando la primitiva, la vera, e insieme con esse variazione di movimenti e di riflessi. Io opino che se si potessero innestare ad un animale nel suo estremo posteriore i diversi organi sensibili della testa, astrazione fatta dal cervello, e poi si distruggesse la vera testa, si dovrebbe, in condizioni favorevoli ottenere un movimento retrogrado. Per tutto ciò che abbiamo detto si deve concludere che il «cervello» negli Invertebrati non è il centro della locomozione generale: esso è bensì il centro della locomozione dei segmenti che innerva, nè la sua azione prevale sulla direzione del movimento dell'animale. Ricordo la larva di *Myrmeleon* da me studiata che ha movimento retrogrado. Questo movimento era in relazione collo stereotropismo positivo presentato dall'addome della larva. E infatti, diminuendo il campo d'irritazione stereotropica collo asportare una certa porzione dell'addome, si aveva, come conseguenza, un movimento progressivo. Per spiegare questo fenomeno io scrivevo, allora, «Noi dovremmo rappresentarci lo stereotropismo positivo come determinato da tante linee di forza quante sono le cellule che lo presentano, e il negativo da altre linee di forza corrispondenti ai protoplasmii che in contatto con un corpo s'irritano in senso contrario . . . Nel nostro caso l'applicazione di ciascuna categoria di forze è rappresentata dalla irritabilità che possiamo provocare a volontà nelle due porzioni diversamente stereotropiche della larva, ed anche in questo caso, s'è visto, gli effetti o gli spostamenti dei due sistemi di forze son proporzionati alla diversa intensità delle medesime.» Facevo però notare, un pò più avanti, che nella larva di *Myrmeleon* non si aveva più movimento spontaneo dopo la decapitazione, esso si aveva solo dopo la mutila-

zione dell'addome, e allora, come ho detto, la locomozione diventava progressiva. In *Calotermes* i due generi di esperienze antitetiche riescono ugualmente; la decapitazione produce un movimento retrogrado, spesso spontaneo, la mutilazione dell'addome l'accelerazione di un movimento progressivo. Io ho sopra detto che questo ultimo è il moto normale, debbo aggiungere che non escludo il movimento in senso diverso, senza il quale l'animale non potrebbe venire alla luce dalle sue lunghe e strette gallerie. E da credere, per altro, che pel poco uso e sviluppo degli organi di senso la cefalizzazione non abbia impresso, come in altri animali, dove invece quelli son molto sviluppati e usati, condizioni costanti di movimento che, come s'è visto, si può far variare. Forse così potremo spiegarci da un lato l'immobilità delle mosche, dall'altro il movimento permanentemente progressivo delle zanzare, dei grilli, e di certe farfalle notturne del genere *Macroglossa*, in conseguenza della decapitazione. Quest'ultimi animali sono stati tenuti da me per ben 28 giorni in piena vitalità, ed è curioso che, mentre nei primi giorni uno stimolo provocava in essi un volo allo innanzi, in seguito lo stesso produceva un volo saltuario, come se l'insetto descrivesse una traiettoria attorno al proprio asse trasverso. Io spiego il fatto con la graduale scomparsa dell'influenza cefalica, dopo l'operazione. Qui, come in *Calotermes*, le singolari condizioni di habitat, permettono colla decapitazione la riuscita delle esperienze antitetiche. Per spiegar le quali ricorro alla spiegazione data per lo stereotropismo della larva di *Myrmeleon*, sol che in *Calotermes* non esistendo, come si è provato, alcuna manifestazione stereotropica, il paragone delle linee di forza deve riferirsi non alle cellule periferiche, ma alle nervose. Il movimento progressivo dovuto alla cefalizzazione scompare dopo la decapitazione e si rivela il movimento retrogrado. Ciò non si può spiegare altrimenti che coll'ammettere una reciproca inibizione della direzione dei movimenti, una sede direzionale di essi all'estremità anteriore e posteriore, un funzionamento nervoso-motorio diverso ai due poli dell'animale, i quali poli sono a un tempo le parti più irritabili dall'ambiente esterno (essendo sedi di organi sensibili, di protezione, di offesa) quelle che per ragioni di simmetria rappresentano le regioni più ricche di movimenti.

Epperò, asportando una delle estremità, cioè uno dei due poli, si ha la prevalenza direzionale dei movimenti dell'altro. Come si vede, è la teoria segmentale portata alle ultime conseguenze, è l'integrazione di tale teoria che ho voluto ricercare in questa mia concezione della inibizione reciproca dei centri, o dell'antagonismo dei centri, alla quale auguro ben più larghi conforti di osservazione e di conferma negli Invertebrati e nei Vertebrati. Per quanto riguarda i primi il mio amico Dr. G. Russo, aiuto alla Cattedra di Fisiologia Sperimentale della R^a Università di Catania, mi comu-

nica, che, separando il braccio di una stella mare dal corpo, quello acquista una rapidità caratteristica di movimenti che altrimenti non si possono spiegare se non ammettendo un'azione inibitrice sul resto, omologo, del sistema nervoso. E per quanto riguarda i Vertebrati, in fine di questo articolo, mi piace riferire il seguente esperimento. Se decapitiamo una Salamandra (*Triton cristatus*) questa, pur restando sospesa o galleggiante nel recipiente che la contiene, perde qualunque spontaneità di movimento. Se si applica al moncone una corrente elettrica per induzione, si producono riflessi e movimenti di maneggio (incurvamento e avvicinamento della coda verso il lato stimolato e viceversa); se lo stimolo si applica alla coda manca qualunque reazione motrice. Se però separamo con altro taglio la coda dal resto del tronco, allora si ottiene in quella spontaneità di movimenti, e si ottengono pure i riflessi che conseguono all'applicazione della corrente sul moncone, mentre la corrente stessa non produceva effetti nel resto della superficie. Così di seguito. In questi casi, tutto il midollo spinale si comporta come se fosse un solo nervo spinale, perchè soltanto l'irritazione dello estremo del moncone più vicino ai centri produce movimento. In ogni modo pare che anche nei Vertebrati i centri del midollo spinale siano in certo senso fra loro inibitori, poichè la sottrazione d'un segmento, apporta l'attività motrice, prima assente, nell'altro, anche con notevole spontaneità.

Schöne, Georg. Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation.

(Eigene Untersuchungen und vergleichende Studien.)

Berlin, J. Springer, 1912.

Bei der Heteroplastik handelt es sich um das Problem, Körpermaterial von einem Individuum auf ein anderes zu verpflanzen, das nicht derselben Spezies angehört. Während bei Pflanzen keine zu nahe Verwandtschaft oft die Voraussetzung für das Gelingen der Transplantation darstellt, ist bei Wirbellosen eine ziemlich nahe Verwandtschaft unerlässlich, in noch höherem Maße bei niederen Wirbeltieren, und bei Säugetieren vollends sind artfremde Transplantationen äußerst selten gelungen und im allgemeinen nicht durchführbar. Bei höheren Tieren und beim Menschen spielt auch das Gesetz der Polarität keine Rolle: die phylogenetisch erworbene Zellorientierung hat bloß für die Pflanzenwelt eine Bedeutung. Dass artfremdes Material unter den Säugern nicht übertragbar ist, gilt nicht nur für die normalen Gewebe und Organe, sondern auch für die Geschwülste. Nur die Übertragung embryonaler Gewebe zeigt eine erhöhte Lebensfähigkeit, ohne die Möglichkeit in sich zu schließen, eine dauernde Verbindung mit dem Wirt einzugehen.

Bei Pflanzen wird das Gelingen der heteroplastischen Transplantation offenbar begünstigt durch die relative Selbständigkeit der einzelnen Pflanzenteile und die relative Unempfindlichkeit gegen-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Comes Salvatore

Artikel/Article: [Effetti della decapitazione in Calotermes flavicollis e in altri Artropodi. 631-638](#)