Prethodno priopćenje / Preliminary Communication
Diacovensia 34(2026)2, 163-181
Primljeno/Received: 21. svibnja 2024. / 21st May 2024
Prihvaćeno/Accepted: 12. prosinca 2024. / 12th December 2024
UDK/UDC: 611.013Haller, A. von*612.014 Wolff, C. F.
https://doi.org/10.31823/d.34.2.2

Predrag ŠUSTAR*

Le polemiche (meta)scientifiche nell'embriologia settecentesca: analisi del caso Haller-Wolff

(Meta)znanstvene polemike u embriologiji 18. stoljeća: analiza rasprave između Hallera i Wolffa

(Meta)scientific Controversies in Eighteenth-Century Embryology: An Analysis of the Haller–Wolff Debate

Riassunto: Nel contributo analizziamo la dinamica del confronto nell'embriologia settecentesca, soffermandoci, in particolare, sul dibattito a più livelli tra le teorie preformiste di A. von Haller e la teoria epigenetica del giovane C. F. Wolff. Il contributo si apre con una breve introduzione al contesto del dibattito sullo sviluppo embrionale, caratterizzato da una specifica combinazione di tecniche d'indagine che spaziano da quelle strettamente sperimentali alle analisi concettuali e alle argomentazioni prevalentemente filosofiche e teologiche. Seguono alcune sezioni in cui si esaminano la prova apparentemente cruciale della »membrane-continuity proof« e le relative obiezioni wolffiane, nonché altre questioni epistemologiche connesse alla scelta teorica tra preformismo ed epigenesi agli inizi delle moderne scienze della vita.

Parole chiave: Albrecht von Haller, Caspar Friedrich Wolff, sviluppo embrionale, preformismo, epigenesi, evidenza sperimentale, inferenze, scelta teorica, scienze della vita.

Sažetak: U radu analiziramo dinamiku rasprava u embriologiji 18. stoljeća, s posebnim osvrtom na višeslojnu polemiku između preformističkih teorija Albrechta von Hallera i epigenetičke teorije mladoga Caspara Friedricha Wolffa. Rad započinje kratkim uvodom u kontekst rasprave o problemu razvoja zametka, koju obilježava specifična kombinacija različitih istraživačkih postupaka, od strogo eksperimentalnih metoda do pojmovnih analiza te pretežno filozofskih i teoloških argumenata. Slijede odlomci u kojima se razmatraju naizgled presudan »dokaz kontinuiteta membrane« (engl. *membrane-continuity proof*) i pripadajući Wolffovi prigovori, kao i druga epistemološka pitanja povezana s teorijskim odabirom između preformizma i epigeneze na početcima modernih znanosti o životu.

Ključne riječi: Albrecht von Haller, Caspar Friedrich Wolff, razvoj zametka, preformizam, epigeneza, eksperimentalni dokazi, zaključivanje, odabir teorije, znanosti o životu.

* Prof. dr. sc. Predrag Šustar, Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet, Sveučilišna avenija 4, 51000 Rijeka, Hrvatska ▪ Predrag Šustar, Ph.D., University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences, Sveučilišna avenija 4, 51000 Rijeka, Croatia psustar@ffri.uniri.hr

Summary: This paper examines the dynamics of scientific debates in eighteenth-century embryology. In particular, it focuses on a multi-layered controversy between Haller's preformationist theories and Wolff's epigenesis. This controversy combines several research strategies for addressing the problem of embryonic development. These strategies include experimental methods, conceptual analyses, and, more broadly, philosophical and theological arguments. Accordingly, the paper first examines the apparently crucial »membrane-continuity proof« and Wolff's objections to it. It then addresses related epistemological questions, particularly the problem of theory choice between preformationism and epigenesis at the dawn of the modern life sciences.

Keywords: Albrecht von Haller, Caspar Friedrich Wolff, embryonic development, preformationism, epigenesis, experimental evidence, inference, theory choice, life sciences.

Introduzione

L'unificazione dei gameti in un'unica cellula e il modo in cui, a partire da essa, si sviluppa l'embrione costituiscono uno dei problemi fondamentali della scienza fisiologica contemporanea. La problematicità specificamente scientifica del processo di generazione degli organismi viventi emerge non solo nei fenomeni di elevata complessità fisiologica, come per esempio il differenziamento embriologico, ma anche in quelli relativi ai fenomeni costituiti da una sola unità processuale come l'intervento post-replicativo sul DNA. Per quanto la metodologia propria della biologia molecolare si dimostri straordinariamente potente nell'indagine su questi processi, essa è ancora *in fieri* rispetto alla comprensione delle regolarità che caratterizzano il comportamento delle biomolecole coinvolte nell'organizzazione dell'embriogenesi.

Questo trova un riscontro interessante in una fase storica iniziale della scienza moderna del vivente in cui la crescita delle conoscenze è tutt'altro che pacifica. Nel corso del Settecento l'embriologia si conferma come uno degli ambiti scientificamente più dinamici. Essa poi contribuisce in modo decisivo alla costituzione della biologia come scienza autonoma e unificata nella prima metà dell'Ottocento. Il contesto scientifico dell'epoca, tuttavia, non può essere rappresentato come un progresso lineare e privo di conflitti, come dimostra il caso Haller-Wolff qui esaminato.

Una delle ragioni principali di tale dinamismo risiede, come cercheremo di mostrare, nella coesistenza, all'interno di un unico progetto scientifico, di diversi modelli esplicativi e di ulteriori componenti teoriche. Per esempio, il rigoroso programma di osservazioni e sperimentazioni della *Theoria generationis* (1759) di Caspar Friedrich Wolff, una delle pietre miliari della nuova scienza embriologica, ricorre sia al finalismo degli scritti biologici di Aristotele sia alla fisica newtoniana.

Occorre inoltre rilevare che, per quanto fossero molteplici i problemi affrontati dalla biologia settecentesca (come la classificazione del mondo vivente, o gli aspetti del sistema nervoso), è il problema della generazione ad occupare il posto centrale nelle indagini scientifiche dell'epoca. Il problema veniva studiato in due direzioni distinte ma strettamente connesse: il processo della fecondazione e quello dell'embriogenesi. Lo stesso Linneo, nel suo lavoro di classificazione e di sistematizzazione

del mondo vivente, adoperò proprio la struttura degli organi riproduttivi come base della sua tassonomia. Tuttavia, sia la ricerca scientifica sia le analisi metodologiche o metascientifiche, in senso lato, del problema della generazione hanno segnato la scienza moderna sin dai suoi inizi.

Dalla seconda metà del Seicento andò così progressivamente affermandosi la teoria preformista dello sviluppo embrionale, in un processo iniziato già pochi anni dopo la pubblicazione delle *Exercitationes de generatione animalium* (1651) di William Harvey. Tuttavia, la storiografia scientifica è solita individuare nel *Miraculum naturae* (1672) di Jan Swammerdam l'inizio ufficiale del preformismo, che esercitò il suo dominio in modo incontrastato fino alla seconda metà del Settecento, quando fra le due teorie rivali del processo dello sviluppo embrionale, ovvero tra le teorie preformiste e quelle epigenetiche, si aprì un'accesissima polemica.[1] Essa raggiunse il suo culmine nel confronto tra l'embriologia halleriana e quella wolffiana, della quale, perciò, in seguito, analizzeremo gli sviluppi.

La polemica settecentesca tra il preformismo e l'epigenesi fu al centro dell'interesse strettamente biologico, ma ebbe importanti risonanze anche nell'ambito culturale generale. In tal modo, la generazione degli organismi viventi rappresentò all'epoca il nodo problematico intorno al quale si intrecciarono indissolubilmente i più diversi approcci, che andavano da quelli strettamente scientifici e filosofici a quelli teologici. Anche da questa prospettiva metascientifica, la polemica tra Albrecht von Haller (1708–1777) e Caspar Friedrich Wolff (1733–1794) costituisce un caso emblematico e particolarmente adatto all'analisi.[2]

1. Il preformismo

Sur la formation du cœur dans le poulet; sur l'œil; sur la structure du jaune (1758)[3] di Albrecht von Haller rappresenta una delle opere più influenti del preformismo settecentesco. Prima di passare all'analisi del testo bisogna esporre gli aspetti teorici e i problemi più significativi di questa corrente embriologica perché essi

[1] Per una dettagliata ricostruzione del contesto scientifico e teoretico generale, cfr. J. H. ZAMMITO, *The Gestation of German Biology. Philosophy and Physiology from Stahl to Schelling*, Chicago – London, 2018. Ci concentreremo qui su uno degli episodi decisivi all'interno di questo dibattito per quanto riguarda lo sfondo teorico adeguato nel descrivere e spiegare lo sviluppo embrionale.

[2] Il quadro teorico del preformismo e quello contrapposto dell'epigenesi concorrono nel tentativo di risolvere il problema generale della generazione degli esseri viventi, ossia le questioni riguardanti la fecondazione e lo sviluppo embrionale. Esso si è imposto in una forma sistematica a partire da Aristotele fino alla recente biologia post-genomica (su quest'ultima, in cui il dibattito tradizionale si ripropone sotto la denominazione del determinismo genetico e della nuova epigenesi dei sistemi e cicli dello sviluppo biologico, cfr. Th. PRADEU, L. LAPLANE, M. MORANGE, A. NICOGLOU, M. VERVOORT, The Boundaries of Development, in: *Biological Theory* 6(2011), 1–3).

[3] Il titolo completo dell'opera è: *Sur la formation du cœur dans le poulet; sur l'œil; sur la structure du jaune etc. Premier [-second] mémoire. Exposé des faits [- précis des observations; suivi de réflexions sur le développement: avec un mémoire sur plusieurs phénomènes de la respiration]*, I-II, Lausanne, 1758. Ci riferiremo in seguito proprio a quest'edizione, indicando il titolo abbreviato *Sur la formation*.

determinano sia l'articolazione dell'opera halleriana sia la successiva polemica con la nuova epigenesi wolffiana.

Sin dalle sue iniziali formulazioni, la teoria preformista mette in primo piano l'indagine sullo sviluppo embrionale, perché all'epoca fu proprio l'embriogenesi a rispecchiare in misura maggiore la problematicità della generazione degli organismi viventi. Rispetto alla domanda fondamentale su che cosa sia il principio embriogenetico e su come venga organizzato e diretto lo sviluppo embrionale, la teoria preformista critica le rispettive spiegazioni epigenetiche. La caratteristica comune delle diverse teorie epigenetiche consiste nella formazione successiva delle differenti parti dell'organismo vivente durante lo sviluppo embrionale. L'epigenesi, così intesa, a differenza del preformismo, presuppone una specie di forza o di principio capace di organizzare e dirigere il processo attraverso il quale da una massa germinativa *indifferenziata* si sviluppa il corrispondente organismo vivente pienamente formato. Data l'impossibilità sia scientifica sia teologica di spiegare l'embriogenesi con il ricorso unicamente a tale entità, il preformismo conclude l'inintelligibilità dell'epigenesi.[4]

Al posto delle confutate teorie epigenetiche, il preformismo dà le proprie soluzioni. Per quanto siano distinte l'una dall'altra, le soluzioni preformistiche condividono una caratteristica comune. Essa consiste nell'affermazione che le parti organiche dell'organismo vivente sono presenti nell'uovo o nello sperma, quindi ancor prima della fecondazione stessa, in modo che la loro forma sia già predelineata. La fecondazione segna solo l'avvio del processo dello sviluppo embrionale, il quale è il puro accrescimento e svolgimento quantitativo. L'embriogenesi porta solo alla luce le strutture organiche che già esistono *preformate* nell'embrione.[5] Il distacco dalla posizione epigenetica anche su questo punto non poteva essere espresso in modo più radicale. A partire da queste affermazioni di natura prevalentemente teorica, conseguite mediante la confutazione della posizione epigenetica, il preformismo cercherà di fornire prove sperimentali. Le osservazioni e gli esperimenti finalizzati a confermare la teoria preformista furono molteplici durante il periodo del dominio di tale corrente embriologica. Tra queste prove empiriche ne emergono alcune particolarmente importanti e tra loro connesse. Haller nella sua opera del 1758 indugia a lungo sulle osservazioni della tradizione scientifica, ma prima di tutto su quelle ottenute da Marcello Malpighi. Oltre al lavoro sperimentale dell'anatomista bolognese, ebbero certamente rilievo anche le prove fornite da altri scienziati, come le indagini entomologiche di René-Antoine Ferchault de Réaumur e la dimostrazione della par-

[4] Vedremo in seguito come intorno a questo problema si concentri anche la polemica tra Haller e Wolff, soprattutto per quanto riguarda le implicazioni filosofiche e teologiche dei risultati conseguiti nel campo strettamente embriologico.

[5] Nella parte dedicata agli aspetti filosofico-epistemologici della polemica Haller-Wolff, prenderemo in esame il problema del rapporto tra visibilità ed esistenza, così come esso si articola nell'ambito embriologico settecentesco. Verrà dimostrato che questo problema rappresenta uno dei momenti cruciali nelle argomentazioni adoperate sia dal preformismo che dall'epigenesi nella polemica che li vede posti in un rapporto di reciproca esclusione.

tenogenesi degli afidi delle piante di Charles Bonnet, destinate a dare valide conferme empiriche al preformismo nei suoi vari aspetti. Nonostante l'importanza di queste ultime prove, fu il lavoro di Malpighi *Dissertatio epistolica de formatione pulli in ovo* (1673) ad esercitare il maggiore influsso sulla corrente preformista. Ciò è dovuto soprattutto all'incisività delle sperimentazioni e delle osservazioni. Malpighi sceglie come oggetto di indagine embriologica le uova di gallina, continuando in tal modo la tradizione sia aristotelica sia harveyana. I risultati conseguiti segnano una chiara discontinuità rispetto alle indagini precedenti. In base alle osservazioni sulle uova di gallina fecondate, che non erano ancora state incubate, Malpighi riscontra la presenza dell'embrione in uno stato di formazione organica già predelineata.[6] Tuttavia, quando egli osservò le uova non fecondate, non vide altro che una massa informe. Quest'ultima osservazione fu sconcertante per i sostenitori del preformismo. D'altra parte, la stessa epigenesi indicava in ciò un'ulteriore conferma per la propria posizione embriologica. Nel periodo successivo alla pubblicazione dell'opera malpighiana si cercò ininterrottamente di colmare questa lacuna nel corpo teorico preformista. La prova halleriana della continuità tra la membrana vitellina dell'uovo e l'intestino del pulcino rappresenta in questo senso il tentativo più autorevole nel corso del Settecento di confermare, in modo definitivo, questa teoria. Per tale ragione, come del resto al fine di specificare i molteplici aspetti della polemica tra Haller e Wolff, è necessario passare ora all'analisi specifica di *Sur la formation*.

2. Il preformismo halleriano in *Sur la formation*

Con l'opera del 1758, Haller porta a compimento la teoria preformista, che rimane sostanzialmente immutata fino alla sua morte nel 1777. Tuttavia, tale preformismo non rappresenta l'unica forma embriologica professata dallo scienziato e dal pensatore bernese.[7] Il percorso halleriano in questo campo »biologico« è tutt'altro che lineare dall'inizio alla fine della sua attività. Esso, invece, si contraddistingue per un movimentato succedersi di conversioni e riconversioni tra le due principali correnti embriologiche del Settecento.[8]

All'inizio delle indagini, Haller riprende fedelmente il preformismo animalculista del suo maestro Boerhaave. Nel 1740, invece, si converte all'epigenesi. La ragione principale di questa conversione consiste nella difficoltà di conciliare il preformismo

[6] Cfr. W. BERNARDI, Il problema della generazione, in: AA.VV., *Storia della scienza moderna e contemporanea*, I, Torino, 1988, 603–604.

[7] Relativamente al carattere polimorfico delle attività intellettuali halleriane, che andavano dalla scienza e filosofia alla poesia e religione, cfr. AA.VV., *Albrecht von Haller 1708–1777. Zehn Vorträge gehalten am Berner Haller-Symposium vom 6. bis 8. Oktober 1977*, Basel – Bern, 1977. Vedremo come Wolff si concentrò esclusivamente sulla medicina e soprattutto sull'embriologia, contribuendo così all'inizio del processo della specializzazione disciplinare in campo biologico.

[8] Cfr. S. A. ROE, The Development of Albrecht von Haller's Views on Embryology, in: *Journal of the History of Biology* 8(1975), 167–173.

con il fenomeno della rigenerazione, ovvero la capacità di parti, organi e tessuti traumatizzati o perduti di rigenerarsi in un organismo animale o vegetale.[9] La rigenerazione fu scoperta proprio in quel periodo da Abraham Trembley con indagini sul polipo di acqua dolce. Haller si rese conto dell'importanza dei risultati di Trembley e delle implicazioni che essi avrebbero dovuto produrre nella polemica embriologica settecentesca. Tutto ciò fa sì che il futuro autore di *Sur la formation* proclami l'inintelligibilità del preformismo. L'epigenesi professata da Haller negli anni Quaranta si richiama agli stessi principi che egli poco dopo criticherà radicalmente. Con queste critiche e il successivo ritorno alla teoria preformista, Haller raggiunge l'ultima fase del suo sviluppo nel campo embriologico. *Sur la formation* (1758) ne è la testimonianza più rappresentativa.

Tuttavia, la seconda svolta halleriana lascia dietro di sé un ampio margine di stupore, suscitando così le seguenti domande: in qual modo avviene la riconversione halleriana al preformismo, questa volta a quello ovista? In base a che cosa lo scienziato bernese abbandona l'epigenesi e riprende il preformismo rinnovato? Furono ragioni strettamente scientifiche a determinare la riconversione oppure vi contribuirono anche ragioni extrascientifiche? In quale misura le ragioni extrascientifiche avrebbero potuto influire su tutto ciò? Sono domande che riguardano non solo le ragioni della seconda svolta halleriana, ma anche le caratteristiche specifiche della polemica generale tra il preformismo e l'epigenesi, e, al suo interno, il caso Haller-Wolff L'andamento della nostra analisi sarà scandito da queste domande, e la prima mira a chiarire le ragioni strettamente scientifiche alla base dell'opera halleriana del 1758.

3. La prova della continuità tra la membrana vitellina dell'uovo e l'intestino del pulcino[10]

Le indagini sulle uova di gallina incubate rappresentano la principale ragione di natura strettamente scientifica che indusse Haller a tornare a sostenere il preformismo. Egli abbandonò quindi le precedenti posizioni epigenetiche: »Ho lasciato intravedere abbastanza nelle mie opere [m][11] di inclinare verso l'epigenesi e di considerarla la teoria più conforme all'esperienza. Ma questi problemi sono così difficili e le mie esperienze sull'uovo così numerose che ora avanzo con meno ripugnanza l'opinione opposta, che comincia a sembrarmi la più probabile. Il pulcino mi ha infatti

[9] Più avanti verrà dimostrato come il fenomeno della rigenerazione animale rappresenti una delle quattro fondamentali difficoltà del preformismo.

[10] Nella storiografia scientifica è ormai comunemente accettato il termine »membrane-continuity proof«, coniato per la prima volta da F. J. COLE (*Early Theories of Sexual Generation*, Oxford, 1930, 89) per denotare la corrispondente prova halleriana di *Sur la formation*. Per questa ragione e per motivi di concisione, anche noi useremo questo termine.

[11] Le lettere tra parentesi indicano le note halleriane a piè di pagina.

offerto alcune ragioni in favore della teoria dello sviluppo [*développement*] che mi sento in dovere di sottoporre a giudizio del lettore«.[12]

Al fine di denominare il preformismo, Haller usa il termine »teoria dello sviluppo«, oppure quello di »evoluzione«: »l'animale passa evidentemente attraverso cambiamenti considerevoli, unicamente a causa dell'evoluzione [évolution] delle sue parti già esistenti e senza che vi intervenga alcuna nuova creazione«.[13]

È chiara l'adesione halleriana ai principi della teoria preformista, ed egli ora riassume il suo compito in quello di trovare le prove sperimentali atte a dimostrare una volta per tutte la verità di questa corrente embriologica. Le osservazioni sullo sviluppo embrionale del cuore rappresentano una di queste prove: »i cambiamenti di questo organo principale sono solo superficiali e nascono dalla sua struttura primordiale attraverso gradi successivi, i quali sono una prova a favore della evoluzione invece di esserle contrari«.[14]

Dunque, il processo dello sviluppo embrionale non è altro che un puro accrescimento quantitativo delle parti organiche già formate nell'embrione: »il semplice allungamento [*simple élongation*] delle parti«.[15] Di conseguenza, non si può in alcun modo ricorrere a una spiegazione fondata sui principi epigenetici: »i gradi attraverso i quali un vero fluido può diventare mucoso e indurirsi per sfumature impercettibili, *senza mescolanza di nessuna nuova parte*«.[16] Fino a questo punto Haller sostanzialmente ripete, solo con maggiore precisione, le prove sperimentali già effettuate dagli embriologi preformisti precedenti. Lo stesso vale per il caso della formazione dei vasi sanguigni nell'area vascolare.

Al fine di trovare una prova sperimentale inoppugnabile in favore del preformismo, Haller si richiama ai risultati della tradizione embriologica.[17] Si sofferma particolarmente sugli ambigui risultati della prova malpighiana sulle uova di gallina non fecondate. Ebbene, proprio su questo punto doveva essere costruita la prova sperimentale ancora necessaria alla conferma definitiva della teoria preformista. Lo scienziato bernese si propone tale compito, che realizzerà in seguito con la scoperta

---

[12] A. von HALLER, *Sur la formation*, cit., II, 172.

[13] *Ibid.* Bisogna precisare che il termine 'evoluzione' usato da Haller per definire la teoria preformista dello sviluppo embrionale non corrisponde al significato della contemporanea teoria dell'evoluzione; cfr. P. J. BOWLER, The Changing Meaning of 'Evolution', in: *Journal of the History of Ideas* 36(1975), 95–114.

[14] A. von HALLER, *Sur la formation*, cit., II, 173.

[15] *Ibid.*

[16] *Ivi*, 175, corsivi miei.

[17] Cfr. *ivi*, I, 7–13. Per quanto l'opera di Malpighi fosse stata fondamentale per Haller, egli si è riconosciuto debitore anche nei confronti degli altri scienziati e pensatori; Haller colloca così Aristotele: »Agli inizi di queste scoperte; egli è l'autore del *point sautillant* e ha riferito ciò che ha visto lui stesso« (*ivi*, I, 3–4). Cfr. M. T. MONTI, *Congettura ed esperienza nella fisiologia di Haller. La riforma dell'»anatomia animata« e il sistema della generazione*, Firenze, 1990, 158–159. Lo scienziato bernese rende omaggio ad un altro teorico dell'epigenesi, William Harvey: »Harvey (g), discepolo di Fabrici, si è servito per primo del microscopio; egli ha osservato i fenomeni del cuore, ha descritto le membrane del pulcino e corretto gli errori negli autori che lo hanno preceduto« (A. von HALLER, *Sur la formation*, cit., I, 5).

della continuità tra la membrana vitellina dell'uovo e l'intestino del pulcino, ossia la cosiddetta »membrane-continuity proof«. Si tratta del contributo più originale di *Sur la formation*, che, insieme alle altre prove sperimentali, costituisce la principale ragione di natura strettamente scientifica che ha indotto Haller a schierarsi di nuovo per la teoria preformista dello sviluppo embrionale: »Mi sembra quasi dimostrato che l'embrione si trova nell'uovo e che la madre contiene nella sua ovaia tutto ciò che è essenziale al feto. Ecco le prove. Il tuorlo è la continuazione degli intestini del feto; la membrana interna del tuorlo è la continuazione della membrana interna dell'intestino tenue [z]; essa continua con la membrana interna dello stomaco, della faringe e della bocca, e con la pelle (a) e l'epidermide; la membrana esterna del tuorlo è la membrana esterna dell'intestino [b] sviluppata e continuata col suo mesenterio e il suo peritoneo. L'involucro che copre il tuorlo, gli ultimi giorni dell'incubazione, è la pelle [c] del feto«.[18]

Proprio in virtù di queste osservazioni, Haller compie un passo ulteriore rispetto alla prova malpighiana. Egli conclude non solo che l'embrione è presente nell'uovo fecondato in uno stato di formazione organica già predelineata, ma anche che in tale forma esso preesisteva alla fecondazione stessa. Consideriamo ora l'argomentazione con cui Haller ritiene di aver fornito la conferma definitiva della teoria preformista dello sviluppo embrionale: »Se il tuorlo continua con la pelle e l'intestino del feto, significa che deve essere esistito con lui: è veramente una parte del feto. Il tuorlo è esistito nel ventre di sua madre, indipendentemente dagli approcci del maschio: il feto deve esservi esistito ugualmente, anche se invisibile e racchiuso dentro un amnio anch'esso posto apparentemente intorno al tuorlo, ma invisibile per la sua piccolezza e la sua trasparenza«.[19]

Haller, nella parte sperimentale ed osservativa della sua prova sulla continuità tra la membrana vitellina dell'uovo e l'intestino del pulcino, conclude che il tuorlo esiste contemporaneamente all'embrione. Tuttavia, il suo contributo più originale deriva proprio dall'argomentazione appena esposta. Se il tuorlo e le sue membrane erano già presenti nell'uovo ancora prima della fecondazione stessa, allora doveva essere presente anche l'embrione del pulcino. Si tratta della componente puramente argomentativa della »membrane-continuity proof«, per la quale Haller non dispone di un supporto empirico diretto, ricorrendo invece all'argomentazione dell'invisibilità dell'embrione.

Queste due argomentazioni halleriane apparentemente confermano in modo definitivo la teoria preformista dello sviluppo embrionale, e con ciò portano al termine un dibattito embriologico secolare. Solo un anno dopo *Sur la formation*, però, Wolff, all'epoca sconosciuto studente di medicina, pubblica la sua dissertazione *Theoria generationis* (1759), con la quale mette in discussione le due argomentazioni cruciali di Haller. La data della pubblicazione della prima opera wolffiana coincide con l'inizio della

[18] *Ivi*, II, 186–187.
[19] *Ivi*, 188.

polemica Haller-Wolff, che darà al dibattito embriologico settecentesco una nuova dimensione e gli stimoli decisivi per lo sviluppo della futura biologia.

4. La critica wolffiana alla »membrane-continuity proof«

A partire dalla scoperta del fenomeno della rigenerazione animale, il preformismo doveva far fronte ad una serie di obiezioni che gli venivano mosse.[20] Oltre alla rigenerazione, verso la seconda metà del Settecento, furono rilevati altri fenomeni del mondo vivente che mettevano progressivamente in discussione la teoria preformista. Ciò vale a maggior ragione per la teoria della preesistenza dei germi, la quale difficilmente poteva spiegare fenomeni come la trasmissione ereditaria e l'ibridazione, l'origine dei parassiti dell'uomo e, infine, la teratogenesi. Per quanto le obiezioni relative ai primi due fenomeni fossero suscettibili di confutazione sul piano strettamente scientifico, la teratogenesi mette in discussione la stessa argomentazione teologica presente come uno degli elementi fondamentali nella teoria della preesistenza dei germi.[21]

L'opera di Wolff segue con particolare attenzione le pubblicazioni di Haller, che all'epoca rappresentavano la massima autorità scientifica. Tuttavia, il giovane studioso tedesco svolgeva al contempo anche le proprie indagini sul processo dello sviluppo embrionale. Tali indagini si distinguevano per una straordinaria precisione, poiché Wolff adoperava ampiamente e con grande perizia la tecnica microscopica. In questo Wolff superava Haller, che non sfruttava appieno tutte le potenzialità della tecnica.[22] Wolff raccoglie i risultati delle sue sperimentazioni ed osservazioni nell'opera del 1759, e ne spedisce subito una copia a Haller, ansioso di conoscere il suo giudizio su conclusioni che si discostavano non poco da *Sur la formation*.[23] La lettera del dicembre 1759 rappresenta il primo contatto nella successiva polemica Hal-

[20] Cfr. W. BODEMER, Regeneration and the Decline of Preformationism in Eighteenth Century Embryology, in: *Bulletin of the History of Medicine* 38(1964), 20–31.

[21] Relativamente al forte influsso che esercitavano la religione e l'argomentazione teologica sulle indagini embriologiche settecentesche, cfr. Ä. BÄUMER, Das Ei als Instrumentum Dei. Religion und Embryologie im 17. und 18. Jahrhundert, in: *Annali dell'Istituto Storico Italo-Germanico in Trento* 11(1985), 79–102. Vedremo in quale modo quest'aspetto è operante anche nella polemica tra Haller e Wolff. Per un'analisi generale della misura nella quale l'embriologia dell'epoca mette in opera diverse tecniche argomentative rispetto all'evidenzialismo sperimentale e descrittivo, cfr. K. DETLEFSEN, Explanation and Demonstration in the Haller-Wolff Debate, in: J. E. H. SMITH (ed.), *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, Cambridge, 2006, 235–261. La nostra analisi si concentra su questo rapporto soprattutto nel periodo in cui *Theoria generationis* entra nel dibattito in questione e, in particolare, relativamente al problema della »scelta teorica« tra il preformismo e l'epigenesi.

[22] Wolff è uno dei primi che ha contribuito all'inizio di una nuova fase delle indagini sugli organismi viventi, in cui l'uso sistematico del microscopio diventa la tappa fondamentale del lavoro scientifico. Cfr. C. WILSON, *The Invisible World. Early Modern Philosophy and the Invention of the Microscope*, Princeton, 1995.

[23] C. F. WOLFF, Der I. Brief C. F. Wolffs an A. von Haller vom 23. Dezember 1759, in: J. SCHUSTER, Der Streit um die Erkenntnis des organischen Werdens im Lichte der Briefe C. F. Wolffs an A. von Haller, in: *Sudhoffs Archiv* 34(1941), 202–203.

ler-Wolff. Haller a sua volta risponde in modo indiretto con una recensione della *Theoria generationis* nelle »Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen«: »Da molto tempo, non abbiamo letto un lavoro così importante come la dissertazione del berlinese Caspar Friedrich Wolff, discussa in data del 24 novembre 1759 a Halle sotto il titolo Theoria generationis, e che costituisce nel vero senso della parola un'argomentazione a sostegno della teoria epigenetica«.[24]

Pur definendo sin dall'inizio la posizione wolffiana come chiaramente epigenetica, l'autore di *Sur la formation* riconosce alla *Theoria generationis* una particolare validità scientifica. Haller loda il carattere sobrio dell'epigenesi wolffiana rispetto alle correnti meno caute dell'animismo embriologico. A proposito del concetto wolffiano di una forza che rende possibili i movimenti delle singole parti organiche nel processo dello sviluppo embrionale, lo scienziato bernese riferisce nella sua recensione la seguente precisazione: »*essa da lui viene chiamata* Vis essentialis, *ed egli non la determina ulteriormente, tuttavia la distingue chiaramente dall'anima*«.[25]

Prima di addentrarci in un'analisi del concetto wolffiano della »vis essentialis« e del significato che esso assume nella polemica tra Haller e Wolff, prenderemo in esame la confutazione wolffiana delle argomentazioni adoperate da Haller nella sua »membrane-continuity proof«.

Nella terza edizione della *Theoria generationis*, Wolff tiene conto delle osservazioni e dei risultati conseguiti da Haller in *Sur la formation* e svolge le proprie analisi microscopiche; i risultati, tuttavia, non confermano quelli di Haller, ma li confutano. Ciò vale sia per la formazione del cuore durante lo sviluppo embrionale sia per la formazione dei vasi sanguigni nell'area vascolare. In tal modo, i vasi sanguigni non preesistono come tali nell'uovo, contrariamente alla posizione preformista halleriana, ma si formano gradualmente da una materia inizialmente globulosa e indifferenziata.[26]

La terza confutazione principale della posizione halleriana espressa in *Sur la formation* riguarda la »membrane-continuity proof«. Wolff non solo perviene a risultati osservativi differenti, ma scopre anche l'infondatezza delle argomentazioni halleriane. A tale proposito il lavoro embriologico di Malpighi rappresenta nuovamente il punto di partenza.[27] Tuttavia, Wolff riconosce giustamente il fatto che Haller fu il

---

[24] A. von HALLER, Recensione a C. F. Wolff, *Theoria generationis*, Halle, 1759, in: C. F. WOLFF, *Theoria generationis, cum II. tabul. aen., editio nova, augta et emendata*, Halae ad Salam, 1774, XXXVIII. Dunque, lo stesso Wolff riporta la recensione halleriana nella terza edizione della *Theoria generationis*. Bisogna precisare che la seconda e la terza edizione riportano notevoli ampliamenti rispetto al contenuto della versione originaria. Per quanto esso fosse sostanzialmente identico, le edizioni del 1764 e del 1774 hanno un significato notevole per il dibattito embriologico settecentesco perché dedicano ampio spazio alla risposta wolffiana alle obiezioni e, in generale, alle posizioni preformiste di Haller e Bonnet. Abbiamo, pertanto, trovato opportuno riferirci alla più recente delle tre edizioni della *Theoria generationis*.

[25] A. von HALLER, Recensione a C. F. Wolff, *Theoria generationis*, Halle, 1759, in: C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., XXXVIII-IX.

[26] Cfr. C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., § LIX, XLIX. Cfr. anche § 179, 102–105.

[27] Cfr. C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., § LXXII, LXII-III.

primo a formulare la prova della continuità tra la membrana vitellina dell'uovo e l'intestino del pulcino.[28]

Dopo aver accertato le origini di questa prova, Wolff passa alla confutazione basandosi sulle proprie analisi microscopiche, che gli consentono di dimostrare l'infondatezza delle argomentazioni adoperate da Haller nella sua »membrane-continuity proof«. La prova halleriana si dimostra non valida per due ragioni: la prima consiste nel fatto che il ragionamento dello scienziato bernese poggiava su osservazioni empiriche errate, che Wolff smentisce direttamente con i risultati delle proprie analisi microscopiche. La seconda ragione è di natura metodologica generale. Come già abbiamo potuto vedere, Haller aveva concluso che il pulcino deve essere già formato prima della fecondazione. Questo ragionamento non solo poggiava su risultati empirici errati, ma giungeva anche a una conclusione che non derivava in alcun modo dalle prove sperimentali. La via d'uscita proposta da Haller consiste nella controargomentazione che il pulcino preesiste alla fecondazione, ma non è visibile per la sua piccolezza e trasparenza. Così, però, Haller non fa altro che introdurre un'altra argomentazione problematica, riconducibile al rapporto tra visibilità ed esistenza nella biologia settecentesca. Vedremo in seguito come esso si articoli nella polemica tra Haller e Wolff. Passiamo ora alla confutazione di Wolff della »membrane-continuity proof«, svolta in base ai dati empirici conseguiti con analisi microscopiche sul fenomeno in questione: »Et primo quidem non satis bene capio, qua tandem ratione inde, quod vitellus cum pulli intestinis vnitur, evolutionis systema confirmari queat. Nam id, quod afferit BONNETVS, esse nimirum vitellum eam embryonis partem, quae essentialis sit **), indeque consequi, continuam ei partem aeque, ac ipsum vitellum, iam fecundationis tempore extitisse, haud quaquam rationi respondet. Etsi enim vitellus essentialis esset embryonis pars: attamen continua ipsi pars produci posset. Quaelibet muri pars, vt exemplo vtar, alteri contigua est. Poterisne vero dicere, muri ideo partes non sensim productas esse? Et omnino embryonis partes sensim produci, mea observata suadent«.[29]

Wolff infine conclude che la prova fondamentale della teoria preformista dello sviluppo embrionale non è valida: »Deinde illud vitelli involucrum, quod iam ante incubationem extitit, ne quidem cum fetu continuatur; quod mea me nupera docuerunt observata. Nam vitellum, ante incubationes tempora, vnica, simplex tenuisque membrana involvit, *chorium* a MALPIGHIO appellata. Quae vero, cum etiam amnium includat, nullo modo cum ipso fetu continuari potest. Istae autem vitelli membranae (nam duae sunt), quae cum fetu vniuntur, post inceptam demum incubationem sensim seriusque nascuntur formanturque«.[30]

Il significato della confutazione wolffiana della »membrane-continuity proof« halleriana è considerevole. La *Theoria generationis* indebolisce il dominio del preformismo e reintroduce nel dibattito embriologico settecentesco una teoria epigene-

[28] *Ibid.*
[29] *Ivi*, § LXXIII, LXIII.
[30] *Ivi*, § LXXIV, LXIV.

tica dotata di maggiore fondamento scientifico. Tuttavia, gli effetti del lavoro di Wolff non furono immediati. Una ragione estrinseca risiede nell'*auctoritas* di Haller, che poteva attenuare l'impatto dei risultati di Wolff. Uno dei nostri obiettivi sarà spiegare perché Haller continui a sostenere la teoria preformista, nonostante la confutazione wolffiana. La questione coinvolge ambiti disciplinari esterni a quello strettamente scientifico; la restante parte dell'articolo, pertanto, prenderà in esame prima di tutto le implicazioni filosofiche della polemica Haller-Wolff.

5. La visibilità e l'esistenza come problemi embriologici

Haller difende la propria posizione preformista dalle obiezioni epigenetiche ricorrendo a un'argomentazione che diventerà una delle più importanti nel dibattito embriologico settecentesco. Essa mira a dimostrare che il pulcino non è visibile nell'uovo proprio per le sue ridotte dimensioni e la sua trasparenza. Ciò non ne mette in dubbio l'esistenza ancor prima della fecondazione stessa. Su questo punto la polemica Haller-Wolff assume un'accezione non strettamente embriologica, bensì epistemologico-filosofica.[31] La polemica ruota intorno al rapporto tra visibilità ed esistenza così come si configura nelle indagini microscopiche dell'epoca. Haller nella sua »membrane-continuity proof« spiega nel modo seguente perché il pulcino non è visibile nell'uovo in uno stato di formazione organica già predelineata: »unicamente perché era diafano: questo è il colore naturale della mucosità […] se non appare prima non è colpa di una grossezza insufficiente per essere scorto; dipende ancora dall'opacità. La vescichetta del fiele (a) comincia ad apparire solo l'ottavo giorno; era abbastanza grossa per essere visibile il settimo, ma è visibile solo dopo l'esser diventata bianca e opaca«.[32]

Secondo la prospettiva di *Sur la formation*, l'invisibilità del pulcino non può in alcun modo rappresentare una conferma della teoria epigenetica, anzi consolida la verità della spiegazione preformista dello sviluppo embrionale: »dopo queste osservazioni bisogna stare in guardia contro la voglia di affermare che questa o quella parte di un animale è nata ora, e non è esistita in precedenza. Essa può essere stata troppo piccola, può essere stata solo trasparente«.[33]

Wolff critica questa argomentazione nello stesso modo in cui respinge il giudizio attribuitogli nella menzionata recensione halleriana. Secondo tale giudizio, la *Theo-*

[31] Cfr. R. G. MAZZOLINI, Sugli studi embriologici di Albrecht von Haller negli anni 1755 – 1758, in: *Annali dell'Istituto Storico Italo-Germanico in Trento* 3(1977), 213, in cui viene considerato un possibile influsso newtoniano anche sulla soluzione halleriana di questo problema. Come vedremo più avanti, l'influsso del modello epistemologico newtoniano è ancora più presente nella polemica della seconda metà del Settecento relativamente alla legittimità dell'uso del concetto di forza nell'embriologia e, in generale, nella biologia. Inoltre, cfr. W. BERNARDI, *Le metafisiche dell'embrione. Scienze della vita e filosofia da Malpighi a Spallanzani (1672 – 1793)*, Firenze, 1986, 33–45.

[32] A. von HALLER, *Sur la formation*, cit., II, 176–177.

[33] *Ivi*, 177.

ria generationis sosterrebbe la tesi che tutto ciò che non è visibile non possa neppure esistere.[34] Wolff respinge tale tesi sia perché costituisce un'attribuzione indebita sia per il suo contenuto. Essa si concilia difficilmente con la nuova realtà delle indagini microscopiche che hanno scoperto mondi viventi precedentemente invisibili. L'embriologo tedesco non si avventura in un'analisi epistemologica del rapporto tra visibilità ed esistenza, ma svolge una serie accurata di osservazioni microscopiche e in base a queste prove sperimentali critica la stessa argomentazione halleriana di *Sur la formation* relativa al problema epistemologico in questione.[35]

6. La specificità dell'epigenesi wolffiana

Con l'argomentazione relativa al rapporto tra visibilità ed esistenza, Haller ritiene di aver definitivamente consolidato la verità della teoria preformista. Per questa ragione Wolff non considera insignificante questo passaggio dell'opera embriologica di Haller, anzi soprattutto nella seconda e nella terza edizione della *Theoria generationis* gli dedica ampio spazio nel presentare i risultati delle osservazioni microscopiche. La critica wolffiana della corrispondente affermazione di *Sur la formation* non solo rende possibile la completa confutazione della »membrane-continuity proof«, ma crea anche le condizioni scientifiche per la nascita della nuova teoria epigenetica dello sviluppo embrionale.[36]

Pur essendo una delle teorie dell'epoca meglio corroborate sul piano sperimentale, la nuova epigenesi wolffiana riapre un vecchio problema nello studio del mondo vivente. Il problema si articola nella domanda su che cosa sia il principio embriogenetico e su come venga organizzato e diretto il processo dello sviluppo embrionale. Il problema della regolarità dell'embriogenesi anima intensamente il dibattito tra preformismo ed epigenesi nella seconda metà del Settecento, assumendo implicazioni non solo scientifiche ma anche filosofiche e persino teologiche. Per queste ragioni e per l'influsso sul processo di costituzione della biologia come scienza autonoma, tale problema rappresenta l'oggetto fondamentale nello studio del rapporto tra biologia e filosofia dell'epoca e, in particolare, della polemica Haller-Wolff. Come abbiamo potuto vedere, la teoria epigenetica spiega il processo dello sviluppo embrionale con la formazione successiva delle parti organiche a partire da una materia inizialmente indifferenziata.[37]

Però, che cosa organizza e dirige il complicato processo dell'embriogenesi? Che cosa fa sì che da un determinato germe si sviluppi un organismo vivente adulto della stessa specie, e in quale modo? Queste domande si impongono inevitabilmente a

[34] Cfr. A. von HALLER, Recensione a C. F. Wolff, *Theoria generationis*, Halle, 1759, in: C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., XL-XLIII.

[35] Cfr. C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., § 166, 93–94.

[36] *Ivi*, § LXX, LXI.

[37] *Ivi*, § LVIII, XLV-VI.

ogni teoria epigenetica, e rispondervi presenta grandi difficoltà. Come spiegare la regolarità dello sviluppo embrionale degli organismi viventi? Wolff è perfettamente consapevole di tali difficoltà e cerca quindi di fornire una spiegazione coerente con le proprie prove sperimentali.

Wolff, dunque, spiega la regolarità dell'embriogenesi ricorrendo al concetto di forza, che chiama »vis essentialis«. Questa forza opera sia negli animali sia nelle piante, nei quali rende possibile il funzionamento dell'intero organismo vivente e non soltanto dei processi embrionali.[38] Se questo è vero, allora la »vis essentialis« wolffiana può essere identificata unicamente con il principio embriogenetico, ossia con il principio che organizza e dirige il processo dello sviluppo embrionale? Wolff stesso non si è soffermato a lungo su questo punto; tuttavia, ha lasciato nella *Theoria generationis* un'indicazione molto utile, da cui si evince che la »vis essentialis« è, tra l'altro, anche il principio embriogenetico.[39]

Oltre a questa determinazione, il passaggio di Wolff riferisce anche la critica che gli veniva mossa. Spinto da tale critica, nelle opere embriologiche pietroburghesi Wolff cerca di specificare ulteriormente il principio embriogenetico. A differenza di quanto avviene nella *Theoria generationis*, nel tardo manoscritto wolffiano »Obiecta meditationum pro theoria monstrorum« questo principio non viene più associato al concetto di forza, bensì a quello della »materia qualificata«.[40] Per quanto tale differenza possa sembrare fondamentale, essa non fa altro che ribadire la coerenza del pensiero embriologico wolffiano ed è ciò che ora cercheremo di mostrare.

Il principio embriogenetico specificato come »materia qualificata« contiene un'intuizione che si sarebbe dimostrata straordinariamente fruttuosa nel campo biologico. Essa consiste nell'orientare le indagini verso la determinazione del portatore materiale delle caratteristiche specifiche del mondo vivente. Tuttavia, in mancanza di adeguate tecniche sperimentali che rendessero possibile la scoperta di tale sostanza, le indagini embriologiche wolffiane si rivolgono alle manifestazioni macroscopiche e microscopiche, osservabili a medio ingrandimento, delle caratteristiche specifiche degli organismi viventi. In tal modo, il principio embriogenetico inteso come »materia qualificata« non va pensato in termini di una determinata sostanza, bensì in quelli di certe funzioni o, appunto, qualità. La solidescibilità è una di queste, ed essa consiste nella capacità insita nei liquidi organici di trasformarsi in uno stato solido durante il processo dello sviluppo embrionale. Tuttavia, tutto ciò non differisce dalla corrispondente tesi sostenuta nella *Theoria generationis*, confermando così la nostra tesi sulla sostanziale identità tra le due fasi di Wolff relativamente alla determinazione del principio embriogenetico.[41]

---

[38] Cfr. *ivi*, §§ 1–4, 1–2.

[39] Cfr. *ivi*, § 233, 159.

[40] Cfr. S. A. ROE, Rationalism and Embryology. Caspar Friedrich Wolff's Theory of Epigenesis, in: *Journal of the History of Biology* 12(1979), 37–39, che sostiene la tesi di una sostanziale differenza tra le tarde opere wolffiane e la *Theoria generationis* relativamente alla determinazione del principio embriogenetico.

[41] Cfr. C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., § 234, 160.

Dopo aver chiarito la storia del termine »principio embriogenetico« nelle diverse fasi dell'embriologia wolffiana, passiamo a definire le caratteristiche specifiche del principio così come sono formulate nella *Theoria generationis*. Esaminando nuovamente il principio embriogenetico in relazione alla »vis essentialis«, troviamo in Wolff un'osservazione molto significativa sul funzionamento di tale forza[42]: »*Questa, dunque, è la forza, con cui le particelle contigue si attraggono reciprocamente, che non differisce affatto dalla coesione comune dei corpi*«.[43]

La »vis essentialis« non sarebbe dunque altro che la forza attrattiva operante nel mondo inorganico. Tuttavia, la »vis essentialis« è una forza non solo attrattiva, ma anche repulsiva che si manifesta in certi fenomeni delle piante: »*Che questa forza non sia semplicemente attrattiva lo dimostra: la traspirazione*«.[44]

Se non vi è alcuna differenza tra la »vis essentialis« e le forze operanti nel mondo inorganico, si potrebbe allora dire che la posizione wolffiana relativamente alla determinazione del principio embriogenetico si avvicina all'epigenesi meccanicista già sostenuta da Cartesio? Vi sono due ragioni per negare questa possibilità. La *prima* consiste nel fatto che la »vis essentialis«, pur essendo costituita da forze operanti nel mondo inorganico, come appena visto, coinvolge anche qualità quali la nutrizione, l'embriogenesi e la solidescibilità, rispetto alle quali viene meno la capacità esplicativa delle entità meramente fisiche.[45]

La *seconda* ragione a favore del carattere non meccanicistico dell'epigenesi wolffiana risiede nel ruolo attribuito al calore nei processi organici, soprattutto nello sviluppo embrionale. Il calore, pur essendo indispensabile per innescare lo sviluppo embrionale tanto nelle piante quanto negli animali, non è esso stesso il principio embriogenetico.[46]

In tal modo, risulta chiaro il carattere non meccanicistico dell'epigenesi wolffiana, soprattutto se si tengono presenti i modelli che si ispiravano all'epigenesi cartesiana. Se tale tesi è valida, si potrebbe allora inferire che l'epigenesi di Wolff appartenga alle teorie epigenetiche di segno opposto, ossia a quelle vitalistiche? Questa domanda potrebbe risultare fuorviante se non venisse ulteriormente specificata. Bisogna necessariamente precisare che il termine »vitalismo« viene non di rado applicato alle più svariate teorie embriologiche, offuscandone così la specificità. Ciò che invece accomuna le teorie di Needham, Diderot e Wolff e l'animismo stahliano è proprio il loro tentativo di dare una spiegazione del processo dello sviluppo embrionale alternativa sia alle epigenesi meccanicistiche sia al preformismo. In questa pro-

[42] Ricordiamo che i significati del termine wolffiano »vis essentialis« sono: il principio della generazione o il principio embriogenetico, la solidescibilità e la capacità di nutrizione.

[43] C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., § 234, 160. La traduzione in italiano è a cura dell'autore del presente articolo.

[44] *Ivi*, § 2, 1. La traduzione in italiano è a cura dell'autore del presente articolo.

[45] *Ivi*, § 233, 159–160.

[46] *Ivi*, § 3, 2.

spettiva cercheremo ora di determinare in che cosa consista la specificità della *Theoria generationis* nel panorama del suddetto dibattito.

Nei paragrafi riservati all'analisi delle dottrine professate dagli altri scienziati, Wolff esprime chiaramente il proprio dissenso, per esempio, rispetto alle posizioni epigenetiche di Needham. Tuttavia, il merito di Needham risiede nell'aver fornito nuove prove sperimentali a sostegno della teoria epigenetica. Ebbene, su questo punto Wolff dice una cosa significativa: »gli esperimenti di questo autore (Needham) convergono tutti in modo tale da confermare la verità più generale di Aristotele: esiste una forza produttiva nella natura delle cose«.[47] La *Theoria generationis* trova dunque nelle opere embriologiche dell'epoca solide prove sperimentali a favore dell'epigenesi; per quanto riguarda, tuttavia, le leggi generali dell'embriogenesi, Wolff si rivolge ad Aristotele, proprio come aveva già fatto Harvey nelle *Exercitationes* (1651).[48]

Wolff riprende non solo le leggi della soluzione epigenetica di Aristotele, ma anche la legge relativa alla determinazione delle caratteristiche specifiche degli enti naturali. Quest'ultima legge postula che in essi operi la »vis productrix«, ossia la forza o capacità di produrre e di prodursi. Wolff applica tale significato della »vis productrix« aristotelica ai molteplici fenomeni nei quali si manifesta la wolffiana »vis essentialis«. Ciò vale tanto per la solidescibilità quanto, soprattutto ai nostri fini, per il principio embriogenetico.

Dunque, l'epigenesi wolffiana da una parte nega l'intelligibilità della spiegazione meccanicista dello sviluppo embrionale, dall'altra sostiene che in ultima analisi la struttura dell'organismo vivente è completamente scomponibile in sostanze inorganiche. Quest'ultima affermazione dev'essere interpretata sullo sfondo del dibattito embriologico dell'epoca, il quale vede l'epigenesi wolffiana nettamente contrapposta alle varie correnti animistiche.

Il carattere dell'epigenesi wolffiana, ciononostante, non è quello di stampo meccanicistico cartesiano, né quello animistico stahliano. La »vis essentialis« non può in alcun modo essere ridotta a entità puramente fisiche, come il calore o le forze attrattiva e repulsiva. Tuttavia, questo non esclude il fatto che la »vis essentialis« sia in ultima analisi completamente scomponibile nelle sostanze inorganiche. Allo stesso modo, la *Theoria generationis* precisa che certi fenomeni del mondo vivente possono essere spiegati per analogia con il funzionamento della macchina. Per uscire da questa aporia, sono utili le due indicazioni emerse dall'analisi precedente, che consentono di comprendere il carattere specifico della soluzione embriologica wolffiana all'interno delle teorie epigenetiche. La *prima* indicazione consiste nella successiva riformulazione della »vis essentialis« come »materia qualificata«, con la quale si accentua ulteriormente il legame delle qualità specifiche del mondo vivente ai loro portatori materiali. La *seconda* indicazione risiede nella ripresa delle leggi aristote-

[47] *Ivi*, § 232, 158–159. La traduzione in italiano è a cura dell'autore del presente articolo.
[48] *Ivi*, § 235, 161.

liche all'interno della soluzione epigenetica di Wolff. Ricordiamo, tuttavia, che il carattere finalistico dell'epigenesi aristotelica non esclude gli elementi puramente meccanici nel processo dello sviluppo embrionale.

Conclusione: somiglianze e differenze di fondo tra le due visioni (meta)scientifiche

Ci concentreremo, infine, su una rivisitazione sommaria di somiglianze e differenze di fondo nelle opere di Haller e Wolff, incentrate, a nostro avviso, sul loro comune rapporto con il sistema (meta)scientifico di Newton. In quest'ambito, i due maggiori embriologi dell'epoca mostrano interessanti convergenze e divergenze. Consideriamo anzitutto i loro punti di contatto con la scienza newtoniana.

L'uso delle entità esplicative newtoniane nelle scienze diverse dalla fisica era un fenomeno tutt'altro che raro nel Settecento, come si è ripetutamente rilevato nelle sezioni precedenti. Lo stesso vale per le molteplici discipline biologiche, inclusa l'embriologia. Persino le diverse correnti vitalistiche, non di rado criticate per il loro carattere non scientifico, si rifacevano alla dinamica newtoniana.[49]

In questo senso, la *Theoria generationis* di Wolff non rappresenta un'eccezione, ma condivide con Haller l'uso del concetto newtoniano di forza nelle indagini sul mondo vivente. Tuttavia, emerge un'importante differenza tra i due scienziati proprio nelle indagini sullo sviluppo embrionale. Pur usando ampiamente nella sua fisiologia concetti come *Sensibilität* e *Irritabilität*, che si richiamano direttamente alla teoria newtoniana delle forze fisiche, Haller dichiara illegittimo l'uso del concetto di forza nella spiegazione embriologica. Chiarire le motivazioni dell'espulsione del concetto di forza dal campo embriologico significa anche individuare le ragioni non strettamente scientifiche della riconversione halleriana alla teoria preformista alla quale il pensatore bernese rimane fedele anche dopo le confutazioni wolffiane.

Il preformismo presentato in *Sur la formation* critica uno dei principi fondamentali dell'epigenesi, ossia la spiegazione della regolarità del processo embriogenetico. Haller è ancora più preciso nelle sue obiezioni, proprio perché pone sotto esame non tanto che cosa sia e come funzioni il principio embriogenetico, quanto l'origine o la provenienza ultima di tale regolarità. Ebbene, su questo punto l'argomentazione halleriana si mantiene fedele alla teoria della preesistenza dei germi alla quale *Sur la formation* fornisce una delle prove sperimentali più sofisticate. Questa teoria

[49] Cfr. F. MONDELLA, Newton e alcuni fisiologi del Settecento: per una scienza autonoma degli organismi viventi, in: AA.VV., *Il newtonianesimo nel Settecento*, Roma, 1983, 134–136.; P. CASINI, Questioni sul newtonianismo del Settecento, *ibid.*, 175, in cui viene sostenuta la tesi che al di là della ripresa della nozione newtoniana di forza nell'ambito della biologia settecentesca, le indagini sul mondo vivente sono rimaste estranee all'uso del linguaggio matematico, strumento specifico della scienza newtoniana. Quest'ultimo aspetto fa sì che venga ridimensionata l'importanza dell'influsso del modello newtoniano sul campo biologico settecentesco.

postula l'origine direttamente divina di qualsiasi tipo di regolarità insita nei processi generativi del mondo vivente. Conseguentemente, spiegare la regolarità dell'embriogenesi ricorrendo a entità esplicative come il »moule intérieur« di Buffon o ad altre entità formulate nelle varie correnti epigenetiche settecentesche significa dal punto di vista halleriano mettere in discussione l'immagine stessa di Dio.[50] L'argomento teologico-religioso ebbe particolare importanza non solo nella seconda svolta halleriana, ma anche nella tenacia con la quale Haller difendeva la sua posizione preformista nel dibattito con la nuova epigenesi wolffiana. Tuttavia, la *Theoria generationis* mirava unicamente a indagare sul piano sperimentale il processo della generazione nel mondo vivente. Nei pochissimi momenti in cui varca i confini strettamente scientifici, Wolff professa unicamente la propria pia aderenza ai postulati teologico-religiosi della sua epoca; la critica di Haller, tuttavia, non era rivolta tanto alle opinioni religiose personali di Wolff quanto alle implicazioni della sua posizione scientifica. La »vis essentialis«, riprendendo la »vis productrix« di ispirazione aristotelica, concedeva alla natura un'autonomia troppo ampia secondo i postulati del tardo preformismo halleriano.[51]

Proprio tale punto rappresenta l'aspetto principale del dibattito Haller-Wolff sia nella sua valenza teologico-religiosa sia in relazione a una nuova visione dinamica della natura che andava profilandosi nella seconda metà del Settecento. Siamo così giunti a precisare lo status epistemologico del concetto della »vis essentialis«, così come lo concepisce lo stesso Wolff. Bisogna necessariamente precisare che la *Theoria generationis* non formula un'esauriente analisi epistemologica volta a risolvere il problema della legittimità dell'uso del concetto di forza nell'ambito delle indagini sul mondo vivente. Infatti, Wolff lascia pochissime indicazioni sulla natura della »vis essentialis«.

Per l'epigenesi wolffiana la natura stessa della »vis essentialis« è di secondaria importanza; anzi, la *Theoria generationis* si pone tra gli obiettivi principali quello di non avventurarsi in una simile indagine. Tutto ciò significa che le indagini embriologiche wolffiane si mantengono rigorosamente entro i limiti dell'esperienza. Ebbene, è nell'esperienza che si scorgono i fenomeni specifici dello sviluppo embrionale come il principio embriogenetico, la solidescibilità e la capacità di nutrizione. Tutti questi fenomeni sono gli effetti della »vis essentialis«, che rappresenta la loro comune causa. In tal modo, l'unica cosa che si può affermare sulla natura della »vis essentialis« è la sua capacità di prodursi e di produrre, e abbiamo già riconosciuto in questa idea la ripresa, da parte di Wolff, della »vis productrix« di ispirazione aristotelica.

La determinazione wolffiana dello status epistemologico del concetto della »vis essentialis« segue le proposizioni generali del modello epistemologico newtoniano.

---

[50] Relativamente al profondo influsso che esercitarono le opere newtoniane nei suoi molteplici aspetti sul pensatore bernese, cfr. R. TOELLNER, Der zeitgemässe und der unzeitgemässe Haller, in: AA.VV., *Albrecht von Haller 1708–1777*, cit., 117–124.

[51] Cfr. C. F. WOLFF, *Theoria generationis*, cit., § LIV, XXXVII.

Wolff riprende da tale modello il principio di spiegazione limitata, secondo cui, per fornire una spiegazione scientificamente valida, non occorre risalire alla natura stessa delle cause prime, ossia ultime. Benché Haller e Wolff si richiamino entrambi a tale principio, ne valutano diversamente il carattere. Mentre l'embriologia wolffiana considera provvisorio o temporaneo il principio di spiegazione limitata, senza precludere una possibile scoperta futura della causa in questione, Haller ne sostiene fermamente il carattere assoluto. Haller, da un lato, aderisce alla tesi secondo cui l'ordine insito nel processo della generazione degli organismi viventi è costitutivamente »imperscrutabile« alla ragione umana, come aveva già sostenuto William Harvey: »ciò che avviene nell'uovo supera di tanto il nostro intelletto, di quanto gli dei superano i mortali, e tutto questo, come per unanime consenso si ammette, è tanto mirabile che la pochezza del nostro intelletto non può in alcun modo penetrar sino in fondo in simile imperscrutabile ordine«.[52] Dall'altro lato, questa posizione halleriana in un certo modo preannuncia il famosissimo detto di Kant che non ci sarà mai un »Newton del filo d'erba«. Curiosamente, dopo Newton, Haller è uno degli autori cui Kant fa più spesso riferimento, benché, com'è noto, citi pochissimi autori nella propria opera.

[52] Cfr. W. HARVEY, Trattato sulla generazione degli animali, in: W. HARVEY, *Opere*, F. Alessio (ed.), Torino, 1963, 336.