



HUMANA.MENTE, NUMERO 2

Numero Secondo – Luglio 2007

Giovanni Casini

L'attribuzione funzionale nelle scienze biologiche

<http://www.humana-mente.it>

L'attribuzione funzionale nelle scienze biologiche

1. Introduzione

La biologia, lo studio di tutto il regno del vivente, è storicamente caratterizzata da un approccio nei confronti del suo oggetto di studio di tipo funzionale, un approccio, cioè, interessato all'analisi dei sistemi biologici dal punto di vista dei comportamenti delle varie parti, del contributo che queste danno al comportamento dell'insieme.

Nella filosofia della scienza della seconda metà del '900, nel tentativo di identificare, formalizzare e normalizzare la spiegazione scientifica, è stata posta molta attenzione anche all'analisi dell'atteggiamento funzionale, tipico di molte scienze "speciali", come biologia, sociologia od antropologia, fino alle più recenti scienze cognitive.

In queste pagine andremo a vedere le linee principali del dibattito relativo alla caratterizzazione dell'attribuzione e della spiegazione funzionale in biologia, dibattito che nell'ultimo trentennio ha ripreso vigore, richiamando la partecipazione di molti.

Buona parte del problema è certamente dovuta al fatto che la nozione di funzione è vaga, permettendo ad ogni partecipante di "plasmarla" a difesa delle proprie idee. Per adesso ci limiteremo a dire che, dato un oggetto (o un tipo di oggetto) X in un qualche contesto, con 'funzione' indichiamo un particolare effetto (o tipo di effetto) F dovuto alla presenza di X in tale contesto, distinguendo F dai vari effetti riconducibili alla presenza di X .

Questa caratterizzazione è una condizione soltanto necessaria all'identificazione di una funzione, ma possiamo dire che è il nucleo condiviso da tutti, visto che uno dei punti focali del dibattito riguarda proprio quali siano le condizioni corrette per l'attribuzione funzionale, cioè per la discriminazione di un effetto particolare dal "mucchio" degli effetti dovuti alla presenza di X .

Come vedremo, il dibattito sulle discriminanti per l'identificazione delle funzioni si muove su due dimensioni: il 'ruolo causale' che la presenza dell'oggetto X in un

sistema ha in relazione al comportamento del sistema e l' 'utilità' che la presenza di X ha per il sistema.

Ma a che tipologia appartiene l'oggetto X a cui vogliamo attribuire una funzione? In biologia si parla di tratti funzionali, dove per 'tratto' si intende una "caratteristica somatica, psichica o comportamentale trasmessa mediante meccanismi ereditari o culturali"¹. Insomma, la tipologia di bersaglio per l'attribuzione di funzioni biologiche è a dir poco ampia, e non ci può venire in aiuto per definire vincoli riguardo alla natura delle funzioni.²

Facciamo l'esempio più classico prendendo in considerazione come tratto il cuore. Questo organo, all'interno degli organismi che ne sono dotati, manifesta un comportamento che produce i più disparati effetti. I biologi dichiarano però unanimemente che la funzione del cuore è quella di permettere la circolazione sanguigna, mentre non considerano una sua funzione, ad esempio, la produzione di pulsazioni, che il medico percepisce tramite lo stetoscopio, o, molto più banalmente, il fatto che il cuore, con la sua presenza, renda occupato un determinato spazio all'interno della cavità toracica. Su quali principi generali possiamo fondare questo tipo di discriminazioni in biologia?

Il problema di definire vincoli di correttezza per l'attribuzione funzionale è strettamente legato ad un problema più ampio, cioè il ruolo esplicativo di tali attribuzioni.

I primi problemi relativi alla natura della spiegazione funzionale sono stati messi in rilievo da Hempel³, a causa della difficoltà riscontrate nel tentativo di far rientrare le spiegazioni funzionali all'interno dello schema nomologico-deduttivo. Il

¹ Giovanni Delfino, Eudes Lanciotti, Gianfranco Liguri, Massimo Stefani, *Il nuovo Medicina e Biologia. Dizionario enciclopedico di Scienze mediche e Biologiche*, Zanichelli, 2003

² In realtà anche la nozione di tratto porta con sé un ampio margine di vaghezza, parallelo ed integrato ai problemi con la nozione di funzione. Un tratto, infatti, viene riconosciuto come tale nel momento in cui riceve una caratterizzazione funzionale, quindi il problema dei vincoli per la corretta attribuzione di funzione è identico al problema del corretto riconoscimento di un tratto. Su questo punto, v. C. Allen, *Real Traits, Real Functions?*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummins, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.373-389.

³ C. Hempel, *The Logic of Functional Analysis*, in C. Hempel, [*Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*](#), Free Press, 1965

problema era definire la struttura logica della spiegazione che permette di derivare la presenza del tratto X dalla funzione che gli è stata attribuita.

La possibile struttura nomologica-deduttiva di una spiegazione funzionale della presenza di un tratto X in un sistema S risulterebbe la seguente:

- (a) A : “ S si sta comportando adeguatamente in un contesto C (formato da condizioni che possono essere sia interne che esterne).”
 - (b) $A \equiv B$: “ S si comporta adeguatamente in un contesto C se e solo se una certa condizione n è soddisfatta.”
 - (c) $C \supset B$: “La presenza del tratto X in S ha come effetto la soddisfazione della condizione n .”
-

- (d) C : “Quindi il tratto X è presente in S .”

Il problema con questo schema è che l'enunciato (d) non discende deduttivamente dall'insieme di premesse (a)-(c) perché la presenza di X in S è una condizione sufficiente alla soddisfazione della condizione n (se X è presente, allora S si comporta adeguatamente), non una condizione necessaria (se S si comporta adeguatamente, allora X è presente) e vi potrebbero essere altri tratti X' ('equivalenti funzionali') che portano ugualmente alla soddisfazione della condizione n .

Nagel⁴ tenta di porre rimedio alla questione definendo una corretta spiegazione funzionale come quella in cui la condizione sufficiente (c) si presenta invece come una condizione necessaria ($B \supset C$: “La presenza del tratto X in S è una condizione necessaria alla soddisfazione della condizione n), con il rischio, però, che per la maggior parte delle attribuzioni funzionali il nuovo schema risulti falso.

Qui il fine è dunque analizzare la scientificità della spiegazione della presenza di un oggetto in un certo contesto sulla base di certi effetti causati dalla sua

⁴ E. Nagel , *The Structure of Science*, Harcourt Brace Jovanovich, 1961, cap.XII.

presenza. Resta però aperta la questione del perché non sia presente un altro oggetto funzionalmente equivalente al suo posto.

Inoltre, particolarmente problematica appare la dimensione teleologica che tradizionalmente viene considerata strettamente legata a quella funzionale. Una caratterizzazione ampiamente condivisa di funzione, infatti, richiama il ruolo causale che essa gioca in relazione allo sviluppo o al mantenimento di un determinato processo più ampio. Vi è quindi un legame tra la nozione di funzione, quella di scopo e quella di progetto (*design*), legame che nelle varie interpretazioni acquista differente peso.

Tale connessione con la dimensione teleologica è però sufficiente ad aprire un'altra "breccia" nelle pretese di scientificità dell'analisi funzionale, richiamando una dimensione antropomorfa e progettuale; tale problema è stato per secoli risolto spiegando l'alto livello di organizzazione dei sistemi biologici sulla base del ruolo divino nella creazione, ma ciò non è certo più possibile in una cornice post-darwiniana.

La spiegazione funzionale viene quindi relegata nel limbo della "non scientificità", andandosi a sommare ai vari altri problemi delle scienze "speciali".

Nuova spinta al dibattito viene fornita qualche anno dopo dai lavori di Wright e Cummins, che definiscono quelli che sono riconosciuti come i due approcci principali alla soluzione del problema: l' 'approccio eziologico' e l'approccio "alla Cummins", che noi chiameremo 'approccio sistemico'.

Sulla base del loro lavoro sono stati definiti tre principali problemi che una definizione di attribuzione e spiegazione funzionale deve affrontare in biologia:

- I vincoli per una corretta attribuzione funzionale ("Quali tra gli effetti di un tratto X possono essere identificati come sue funzioni?").
- Il valore normativo dell'attribuzione di funzioni ("La nostra nozione di funzione permette la distinzione tra funzionamento corretto e malfunzionamento di un tratto? E tra la sua funzione reale ed i suoi effetti accidentali?").

- Il tipo di spiegazione ottenibile tramite l'analisi funzionale ("A quali domande rispondiamo per mezzo dell'attribuzione di funzioni? Ed in che modo vi rispondiamo?").

Si tratta di tre questioni strettamente intrecciate, che generalmente, come vedremo, si considerano tutte riconducibili alla risposta alla prima domanda: la nostra definizione di funzione biologica definirà automaticamente il suo possibile ruolo sia sul piano normativo che su quello esplicativo.

2. La proposta di Wright: l'approccio eziologico

Come abbiamo detto sopra, l'approccio eziologico trova il suo punto di riferimento nel lavoro di Larry Wright⁵. Due sono i problemi che Wright pone alla base della sua proposta.

Da un lato viene cercata una nozione di funzione unificante, che possa ritenersi adeguata alla corretta attribuzione funzionale sia nel caso degli artefatti, progettati coscientemente in vista di uno scopo, sia nel caso dei tratti biologici, che, invece, vogliamo assumere non sottoposti ad una progettazione da parte di un'entità cosciente. Tale definizione di funzione deve essere anche in grado avere un valore normativo nella distinzione fra funzioni reali di un tratto ed effetti che il comportamento di un tratto manifesta accidentalmente.

Dall'altro lato Wright punta anche a definire il valore esplicativo dell'attribuzione di funzioni, cercando di eliminare la dimensione teleologica che sembrava ineliminabile nelle spiegazioni basate sulle attribuzioni funzionali.

La nozione di funzione che Wright vuole sviluppare è quindi finalizzata a fornire un punto di riferimento che unifichi l'attribuzione di funzione nei due ambiti classici di applicazione, analisi degli artefatti e analisi dei sistemi biologici, senza far riferimento a nozioni teleologiche e coscienti.

⁵ L. Wright, *Functions*, «The Philosophical Review», 82(2), 1973, pp.139-168.

La proposta parte dall'assunto, condiviso con Hempel e Nagel, che le attribuzioni di funzione vogliono avere prima di tutto un particolare valore esplicativo.

Quando diciamo che un tratto X in un sistema S ha una funzione F , noi vogliamo spiegare la presenza della componente X in S sulla base del fatto che X manifesta il comportamento F . L'attribuzione di funzioni, cioè, ha in sé un riferimento a domande del tipo "Perché il sistema S ha la componente X ?" o "Perché la componente X manifesta il comportamento F ?".

Da ciò Wright deriva che le funzioni di un tratto biologico debbano essere gli effetti del suo comportamento in grado di spiegare il perché un sistema biologico possenga quel tipo di tratto. Le attribuzioni funzionali hanno quindi un ruolo esplicativo di tipo eziologico, vogliono riferirsi al background causale che ha portato alla presenza persistente di un dato tratto in un dato tipo di organismo. L'attribuzione di una funzione ad un tratto porta quindi con sé il riferimento al perché tale tratto con tale funzione sia presente.

È questo valore esplicativo dell'attribuzione di funzione che definisce la distinzione fra funzione reale e pseudo-funzione, effetto accidentale del comportamento di un tratto: le pseudo-funzioni, come il rumore prodotto dalle contrazioni cardiache, non possono essere chiamate in causa per spiegare la presenza delle strutture che le generano.

Dire che la funzione di X è F corrisponde quindi a dire perlomeno che compiere F è la ragione per cui X è presente, o, parimente, che X c'è perché la sua presenza ha l'effetto F .

In questa caratterizzazione Wright vede giustamente tre concetti vaghi, "perché", "avere come effetto" ed "essere presente", concetti che subito specifica.

Le nozioni di "ragione per cui" e "perché" vogliono riferirsi ad un valore esplicativo eziologico, riferirsi al background causale sul piano generativo che ha portato alla presenza di X .

"compiere...", "avere come effetto...", "manifestare il comportamento..." non necessariamente si riferiscono a strutture che effettivamente manifestano un dato

tipo di comportamento, ma è sufficiente che tali strutture siano capaci di manifestare tale tipo di comportamento, anche se non lo faranno mai.

“essere presente” ha infine una caratterizzazione fortemente contestuale, non indica cioè la semplice presenza di una struttura, ma la sua presenza all'interno di un sistema più ampio e sotto certe condizioni di contorno (che non necessariamente devono o possono essere esplicitate, trattandosi solitamente di condizioni *ceteris paribus* non pienamente analizzabili).

Potremmo quindi riformulare l'osservazione di Wright così: dire che la funzione di X è F corrisponde a dire che la capacità di manifestare un comportamento che abbia l'effetto F ha un ruolo nella spiegazione della generazione e persistenza del tratto X all'interno di un sistema S sotto certe condizioni.

Wright formalizza quindi il ruolo esplicativo dell'attribuzione funzionale nella seguente maniera:

Attribuire la funzione F ad una struttura X significa che

- (a) X è presente perché manifesta un comportamento che ha come effetto F .
- (b) F è una conseguenza della presenza di X .

Questa nozione dell'attribuzione di funzioni sembra nell'immediato circolare, visto che sembrerebbe dire che (a) la presenza di F spiega la presenza di X e (b) la presenza di X spiega la presenza di F . In realtà le tipologie esplicative dei due punti non si equivalgono, lavorano su piani diversi.

La condizione (a) indica la dimensione esplicativa eziologica dell'attribuzione di funzioni: il fatto che X sia in grado di produrre F deve riuscire a spiegare la presenza di X , è una spiegazione che lavora sul piano dell'evoluzione nel tempo della struttura X sotto certe condizioni di contorno. La condizione (b) si riferisce invece ad una dimensione esplicativa causale classica e che lavora sulla connessione attuale tra la presenza di tratti di tipo X ed il presentarsi dell'effetto F : è la presenza di un'istanza di X in un dato contesto che causa l'effetto F .

Resta comunque il fatto che il punto (a) spiega la presenza di una struttura in base agli effetti che produce. Questo sembrerebbe vincolare il valore esplicativo delle attribuzioni funzionali ad una dimensione teleologica, che, come abbiamo accennato nell'introduzione, richiede il ruolo di una entità intenzionale e di una progettazione alla base della struttura X , ruolo che nella biologia moderna non può essere accettato e che Wright vuole dichiaratamente evitare.

Fondamentale è quindi l'eliminazione della dimensione teleologica dall'analisi funzionale, riducendola ad una dimensione causale.

L'idea di base è quella che una certa struttura sia analizzabile come finalizzata all'esecuzione di una certa funzione solo se nel passato tale funzione è stata causalmente efficace per la *selezione* di tale struttura.

Quindi possiamo attribuire una funzione F ad una struttura X se e solo se:

- X porta all'ottenimento di F .
- X si presenta perché nel passato aveva portato all'ottenimento di F .

La nozione di 'selezione nel passato' diventa quindi il fulcro dell'attribuzione di funzione; non si tratta certo di selezione come "mera discriminazione", ma selezione di una struttura in base al tipo di conseguenze che ha avuto ed avrà la sua presenza. Nel caso degli artefatti ci allacciamo quindi ad una nozione di 'selezione cosciente' e progettuale da parte di un agente, mentre nel caso dei sistemi biologici ci allacciamo al meccanismo di 'selezione naturale' che, scevro di riferimenti a nozioni intenzionali, riesce a spiegare il permanere ed il diffondersi di una particolare struttura X all'interno di una classe di sistemi biologici sulla base dei suoi effetti nel passato. Le funzioni di tale struttura X saranno appunto gli effetti della sua presenza che hanno un ruolo causale nelle dinamiche selettive che hanno portato alla sua fissazione ed alla sua diffusione.

La cornice eziologica in cui le attribuzioni funzionali in biologia acquistano valore esplicativo è quindi quella della selezione naturale.

La domanda "Perché quel tratto è presente?" si traduce quindi nella domanda "Quali comportamenti manifesta quel tratto che possano rendere conto della sua presenza (nella cornice della selezione naturale)?".

La proposta di Wright riesce quindi ad eliminare la dimensione intenzionale, volitiva e progettuale dalle spiegazioni funzionali e teleologiche; ciononostante il ruolo di una nozione di selezione che non sia una semplice discriminazione casuale necessariamente mantiene centrale una forte dimensione valutativa all'interno dell'attribuzione funzionale, dimensione che resta un punto centrale nell'approccio eziologico⁶.

Come vedremo, il lavoro di Wright è stato estremamente prolifico. Prima di tutto il nucleo di tale proposta è parso molto convincente, accattivandosi le simpatie di molti. La stretta connessione della nozione di funzione con la selezione naturale permette di giustificare il ruolo eziologico delle spiegazioni funzionali: il tratto X è presente perché è stato selezionato in base ai vantaggi selettivi apportati da F .

Inoltre si presenta come un'ottima base per il ruolo normativo che in biologia svolge l'attribuzione funzionale: poniamo che abbiamo identificato la corretta funzione di un tipo di tratto X nell'effetto F , cioè la tipologia di effetto che porta vantaggi selettivi. Quindi, per quanto riguarda la distinzione tra funzione ed effetto accidentale, ogni altro effetto di X che non porta tali vantaggi selettivi è accidentale. Per quanto invece riguarda la distinzione funzionamento/malfunzionamento, se troviamo un'istanza di X in cui F non si presenta o non porta i suoi tipici vantaggi selettivi, siamo in presenza di un malfunzionamento.

D'altro canto, vedremo tra un po' che questa proposta presenta tutta una serie di problemi e controesempi, e questo ha portato alla generazione di tutta una serie di condizioni per "tappare le falle" della proposta di Wright.

3. L'alternativa di Cummins: l'approccio sistemico

⁶ Ruolo talmente centrale che ha portato alcuni anche a scomodare nozioni come "bene" e "male", ritenendole necessarie alla definizione del valore funzionale di un tratto (v. M. Bedau, *Goal-Directed Systems and the Good*, «Monist», 75, 1992, pp.34-51)

Due anni dopo l'intervento di Wright esce un articolo di Cummins⁷ che si presenta come strada alternativa per la caratterizzazione della spiegazione funzionale, riformulando drasticamente il problema.

Cummins ritiene che tutta la discussione che fino a quel punto si è sviluppata riguardo l'attribuzione di funzioni si basa su due assunzioni, conformi alla caratterizzazione di spiegazione funzionale di Wright:

1. L'attribuzione di una funzione ad un oggetto (organo, meccanismo, processo o quant'altro) ha il fine di spiegare la presenza di tale oggetto (X è presente perché manifesta un comportamento che ha come effetto F).
2. Affinché qualcosa svolga la sua funzione, essa deve avere determinati effetti su un sistema che la contiene, tali da contribuire all'esecuzione di una qualche attività, o al mantenimento di una qualche condizione interna, del sistema (F è una conseguenza della presenza di X in S).

Quindi, combinando le due assunzioni, l'attribuzione di una funzione F ad un oggetto X spiega la presenza di X in un sistema S proprio sulla base del fatto che X produce l'effetto F in S .

Cummins ritiene che l'assunzione (1) non corrisponda all'uso scientifico che viene fatto delle attribuzioni funzionali e che il riferimento ad un agente deliberativo che compia una progettazione o una selezione sia ineliminabile, rendendo tale dimensione esplicativa insostenibile per i sistemi naturali.

Legare la dimensione esplicativa dell'attribuzione di funzioni a domande del tipo "Perché tale tratto è presente?" è il principale errore che è stato compiuto finora dai filosofi, errore che Cummins ritiene motivato da una mancata distinzione tra la spiegazione teleologica e quella funzionale.

La proposta di Cummins è quindi un radicale cambio di prospettiva: abbandonando l'assunzione (1) e riferirsi solo all'assunzione (2) per guidare le nostre considerazioni riguardo la dimensione esplicativa delle attribuzioni

⁷ R. Cummins, *Functional Analysis*, «The Journal of Philosophy», 72(20), 1975, pp.741-765

funzionali; il loro interesse scientifico si limita quindi al loro ruolo nella spiegazione di come certi effetti del comportamento di un tratto abbiano un ruolo causale nella corretta manifestazione di certi comportamenti o proprietà da parte del sistema di cui il tratto fa parte.

L'attribuzione di funzioni ad un tratto all'interno di un organismo concorre quindi alla spiegazione di 'come' l'organismo in questione possa esibire certe proprietà o comportamenti più ampi.

Il ruolo esplicativo dell'attribuzione di funzioni non si applica quindi in relazione a domande del tipo "Perché è presente?", ma a domande del tipo "Come funziona?".

L'approccio di Cummins relativizza l'attribuzione di funzioni al ruolo che certi effetti della presenza di un tratto hanno nella spiegazione di un comportamento più ampio del sistema: la presenza di X in un sistema S sotto certe condizioni C produce una serie di effetti; fra questi quelli che potranno essere chiamati funzioni di X sono quelli che hanno un ruolo nella spiegazione di un certo comportamento del sistema S , che rappresenta ciò che la nostra analisi è impegnata a spiegare; gli altri effetti di X sono quelli che Wright chiamerebbe 'effetti accidentali'.

Cummins è pienamente consapevole che un approccio come il suo rischia di relativizzare troppo la nozione di funzione, portando in linea di principio ad una regressione infinita: ad un effetto F del tratto X , nel sistema S , viene attribuito valore funzionale perché F partecipa alla produzione del comportamento G di S ; a sua volta l'attenzione rivolta al comportamento G deve ricevere giustificazione trattando il comportamento G come una funzione del sistema S in relazione a proprietà di un sistema più ampio...

La regressione può avere fine nel caso degli artefatti rifacendoci a questioni di uso o progettazione, ma nei sistemi biologici resta problematica.

Oltretutto, in linea di principio, per ogni tipo di effetto E di un tratto X possiamo trovare, in maniera banale e con un po' di fantasia, un comportamento più ampio in cui E gioca un qualche ruolo causale: ad esempio l'attribuzione al cuore della funzione di produrre pulsazioni potrebbe essere giustificata riferendosi al ruolo che ha nel mantenimento delle fabbriche che producono stetoscopi.

Sembrerebbe quindi necessario trovare per la biologia principi che permettano di evitare regressioni infinite e che guidino nella scelta dei comportamenti di riferimento interessanti; candidati immediati a questo ruolo sono le nozioni legate alla teoria dell'evoluzione, prima fra tutte la selezione naturale.

Cummins però non ritiene che tali principi siano adatti a fornire dei "punti fermi" per l'attribuzione funzionale in biologia: troppi controesempi mettono in difficoltà l'allaccio delle attribuzioni funzionali nei sistemi biologici a nozioni selettive, soprattutto perché il vantaggio selettivo di un tratto è sempre relativo ad un ambiente, e quindi può essere annullato al mutare del contesto, mentre le attribuzioni funzionali tendono a rimanere costanti (la funzione delle ali è e rimarrà il volo, anche se l'organismo capace di volare fosse inserito in un ambiente in cui il volo fosse una proprietà svantaggiosa per la sopravvivenza).⁸

Quindi, l'analisi funzionale può e deve essere portata avanti in biologia in maniera indipendente da considerazioni evolutive.

Il problema dell'opportunità o meno di un'attribuzione funzionale resta quindi una questione relativa: ciò che determina la correttezza di un'attribuzione non sono principi a cui riferirsi costantemente, ma sono proprietà e caratteristiche relative al campo di indagine in cui stiamo lavorando; il nostro interesse in relazione ad un comportamento od una proprietà di un sistema determina l'attribuzione funzionale alle sue componenti. L'allaccio alla caratterizzazione pragmatica della spiegazione scientifica, proposta qualche anno dopo da van Frassen⁹, viene spontaneo: La correttezza di una spiegazione deriva prima di tutto dal contesto teorico in cui stiamo lavorando, dalla domanda a cui vogliamo rispondere.

Di conseguenza, ciò che deve interessare al filosofo, ciò che definisce la correttezza di una spiegazione funzionale, non è la tipologia di effetti che vengono spiegati, l'oggetto della ricerca, ma prima di tutto è il tipo di spiegazione che generiamo, la sua forma, e la spiegazione funzionale assume caratteristiche proprie che devono essere analizzate indipendentemente da altri tipi di spiegazione. Fino a quel punto, invece, la filosofia aveva riservato poca attenzione a come la spiegazione funzionale viene effettivamente utilizzata in

⁸ R. Cummins, *op. cit.*, pp.753-756.

⁹ B. C. van Frassen, *The Scientific Image*, Oxford University press, 1980.

campo scientifico, cercando invece di riportarla all'interno di altre tipologie di spiegazione, come nel caso di Hempel.

Essenziale diviene quindi la discussione metodologica relativa a come debba essere portata avanti l'analisi funzionale di un sistema, problema che finora era rimasto estraneo al trattamento della spiegazione funzionale.

Cummins basa la sua analisi della spiegazione funzionale sulla nozione di 'regolarità disposizionale'. Come Wright, egli ritiene che l'attribuzione di una funzione ad un tratto X non necessiti dell'effettiva produzione da parte di X di un effetto F , ma solo della capacità di X di produrre F in certe circostanze.

L'attribuzione di una funzione F ad un tratto X implica quindi l'attribuzione ad X della disposizione a produrre F in un contesto C . Si tratta dell'attribuzione di una regolarità legiforme, una 'regolarità disposizionale': il tratto X ha la disposizione a produrre l'effetto F se e solo se X , situato in un contesto di tipo C , produce effettivamente F .

Spiegare una regolarità disposizionale significa identificare le condizioni rilevanti che portano il tratto X all'effettiva produzione di F , e ciò, secondo Cummins, può essere ottenuto tramite due strategie principali:

(i) Strategia di Sussunzione.

Scopriamo una qualche caratteristica di X che ci permette di sussumere l'effettiva produzione di F sotto leggi generali, che governano il comportamento degli oggetti in generale, non solo la tipologia di oggetti sotto osservazione.

(ii) Strategia analitica.

Spieghiamo una disposizione D di X identificando in X un insieme di disposizioni interne D_1, \dots, D_n ed una regolarità che associa l'effettiva manifestazione di D_1, \dots, D_n , sotto certi vincoli di tipo organizzativo (topologici e temporali), all'effettiva manifestazione di D .

L'optimum è arrivare all'unificazione delle due strategie: ciò è possibile se, procedendo in una regressione analitica a sempre nuovi insiemi di disposizioni, ad una scomposizione sempre più raffinata del sistema, ad un certo punto riusciamo ad applicare la strategia di sussunzione, spiegando il comportamento di un insieme di disposizioni "atomiche" in base a leggi universali.

Le capacità biologicamente significative di un intero organismo vengono normalmente analizzate in questo modo dai ricercatori: si parte analizzando l'organismo, strutturandolo in un insieme di sistemi, ognuno con le sue capacità caratteristiche; queste a loro volta vengono analizzate identificando sottostrutture con le loro capacità particolari e così via fino ad arrivare alla fisiologia pura o alla biologia molecolare che usano strategie di sussunzione.

L'analisi funzionale deve quindi sempre procedere sulla base di queste due strategie, relativizzando l'attribuzione funzionale a capacità più ampie che ci interessa spiegare.

La regola di Cummins per l'attribuzione funzionale è dunque la seguente:

Un tratto X nel sistema S ha la funzione F relativamente ad un resoconto analitico A della capacità D di S se e solo se X è capace di produrre l'effetto F in S e A rende conto della capacità D di S ricorrendo anche alla capacità di X di produrre l'effetto F .

Cummins propone quindi un cambio radicale della prospettiva e fa muovere l'attribuzione e la spiegazione funzionale su un piano diverso da quello dell'approccio eziologico: mentre per questo l'attribuzione funzionale spiega la presenza del tratto, per Cummins invece la presenza del tratto è un dato di fatto che necessita di altri tipi di delucidazione, e le funzioni vogliono invece spiegare come la presenza del tratto partecipi causalmente alla produzione di un certo comportamento più ampio. Mentre nel primo caso il tratto è l'explanandum, nel secondo è l'explanans.

L'impostazione analitica di Cummins richiama direttamente i lavori in ambito cibernetico sul ruolo esplicativo dei modelli scientifici¹⁰, in cui i sistemi da analizzare sono "scatole chiuse" la cui apertura rivela altre "scatole chiuse" organizzate fra loro, e così via fino a che non otteniamo un modello sufficientemente dettagliato delle componenti di un sistema e delle loro interconnessioni causali.

L'impianto teorico che Cummins propone anche per l'ambito biologico è rimasto praticamente immutato e la maggior parte del lavoro in questo campo è stato dedicato allo sviluppo delle metodologie di analisi funzionale dei sistemi complessi, metodologie formulate solitamente indipendentemente dalla natura del sistema (biologico, sociale, artificiale...) ¹¹.

L'approccio funzionale sistemico risulta anche fortemente unificante, proponendosi come valido per tutte le discipline che si riferiscono a spiegazioni di natura funzionale. Questa capacità unificante è però il risultato del forte relativismo della nozione di funzione. La correttezza di un'attribuzione funzionale è sempre relativa a questioni di natura pragmatica riguardo la cornice teorica di indagine in cui lavoriamo.

Per la caratterizzazione dell'uso delle funzioni in biologia sarebbe quindi necessario ricondursi ad un principio di indagine unico a cui riferire l'identificazione funzionale, ma Cummins non ritiene che tale principio possa essere trovato nella selezione.

4. Lo sviluppo del dibattito

¹⁰ v. A. Rosenbleuth, N. Wiener, *The Role of Models in Science*, «Philosophy of Science», 12 (4), 1945, pp.316-321

¹¹ v. ad es. H. E. Simon, *The Science of Artificial*, The MIT Press, 1969; W. Bechtel, R. C. Richardson, *Discovering Complexity, Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*, Princeton University Press, 1993; W. Wimsatt, *Functional Organization, Analogy, and Inference*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.173-221.

Abbiamo quindi definito le formulazioni fondamentali dei due approcci principali, che i commentatori considerano opposti nella caratterizzazione della nozione biologica di funzione.

Da un lato abbiamo l'approccio sistemico, che è stato lasciato pressoché invariato nell'impostazione teorica delineata da Cummins.

Questo approccio ha subito principalmente tre tipi di obiezioni da chi appoggia l'impostazione eziologica¹².

Prima di tutto la sua nozione di attribuzione funzionale è stata accusata di essere troppo "liberale", per non dire "anarchica". La mancanza di indicazioni riguardo quali punti fermi possano servire per definire il contesto teorico, cioè la tipologia delle *why-question* a cui l'attribuzione funzionale deve rispondere in ambito biologico, lascia libero spazio all'attribuzione di ogni tipo di funzione. Al contrario l'approccio eziologico impone vincoli evolutivi molto forti, che definiscono chiaramente cosa può essere una funzione e cosa no. Questa mancanza di vincoli nell'impostazione sistemica limita molto le sue capacità di essere un serio strumento metodologico.

La seconda obiezione a Cummins riguarda la mancanza di capacità normativa della sua teoria: mentre l'approccio eziologico, come vedremo poco sotto, rende necessarie le generalizzazioni su tratti e funzioni, da cui si deriva facilmente una dimensione normativa per il riconoscimento dei malfunzionamenti, il metodo analitico di Cummins si applica alle singole istanze indipendentemente, e non fornisce strumenti che indirizzino lo sviluppo di standard funzionali a cui riferire le singole istanze.

Infine viene sottolineato il limite esplicativo, visto che la dimensione eziologica è totalmente preclusa e non vi è interesse a spiegare la presenza del tratto in relazione alle sue funzioni.

Dall'altro lato abbiamo la teoria eziologica, che è stata sicuramente l'impostazione più discussa. La *received view* è quella presentata, fra gli altri, da

¹² v. ad es. R. G. Millikan, *Biofunctions: Two Paradigms*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.113-143

Godfrey-Smith¹³ e Millikan¹⁴, che elaborano la proposta di Wright mantendone intatta l'impostazione fondamentale.

Il punto focale del loro approccio è il legame diretto posto tra l'attribuzione di funzione e la selezione per mezzo della nozione di fitness: il contributo che un tratto ha fornito nel passato al valore di fitness del tipo di organismo che ne è portatore diventa essenziale per l'identificazione delle funzioni.

La formulazione condivisa dell'attribuzione funzionale in biologia è:

Un'istanza corrente di un tratto X in un organismo S ha come funzione la produzione di un effetto di tipo F solo nel caso in cui passate istanze di X abbiano contribuito al fitness degli antenati di S per mezzo della produzione di F , e furono *selezionati* a causa di tale contributo.

Si tratta di una nozione che rispetta in pieno la proposta di Wright, semplicemente mette in campo la nozione tecnica di fitness.

Come abbiamo accennato sopra, questa impostazione presenta nell'immediato diversi vantaggi.

Prima di tutto pone dei vincoli chiari (almeno sul piano teorico) per l'attribuzione delle funzioni. Identifica quelle che Millikan chiama funzioni 'proprie' dell'organismo, proprie nel senso che l'organismo in oggetto è arrivato fino a noi anche grazie al contributo dato dall'effetto F del tratto X . La funzione propria distingue chiaramente ciò *per* cui c'è stata selezione (l'effetto che causa il contributo di X in termini di fitness, ad esempio il fatto che la pelliccia dell'orso sia in grado di tenerlo caldo) da ciò *di* cui c'è stata selezione (l'effetto "accidentale" che accompagna il tratto X , ma che non ha avuto influenza sul fitness, ad esempio il fatto che la pelliccia dell'orso sia pesante).

Vincolando la nozione di funzione a quella di selezione resta quindi aperta anche la dimensione esplicativa in relazione alla domanda "Perché tale tratto è presente?".

¹³ P. Godfrey-Smith, *A Modern History Theory of Functions*, «Nous», 28, 1994, pp.344–362

¹⁴ R. G. Millikan, *op. cit.*

Non sembrerebbero esserci problemi anche per quanto riguarda la dimensione normativa riguardo la distinzione funzionamento/malfunzionamento: l'identificazione della funzione comporta il riferimento ad istanze passate e presenti di uno stesso tipo di tratto, quindi presuppone una generalizzazione sul tratto e sui suoi effetti, generalizzazione in relazione a cui riconoscere il malfunzionamento.

All'atto pratico, nell'applicazione di questa impostazione, sorgono però tutta una serie di problemi.

Prima di tutto inizialmente non era stato preso in considerazione il fatto che il contributo di un tratto sul valore di fitness non è un valore costante nel tempo, ma dipende dalla natura delle pressioni selettive, che a loro volta sono soggette alle variazioni ambientali. Capita spesso, quindi, che non vi sia coincidenza fra il valore funzionale di un tratto in una situazione passata e quello nella situazione attuale: il tratto potrebbe essere stato selezionato per una funzione diversa da quella che ha attualmente (ad esempio le piume, selezionate inizialmente in relazione alla loro capacità di isolamento termico ed in seguito divenute funzionali al volo), potrebbe essere stato selettivamente neutrale e solo di recente essere stato "cooptato", in seguito a determinate pressioni selettive, per svolgere una particolare funzione (ad esempio il rumore prodotto dalle pulsazioni cardiache, che finora era solo un effetto accidentale, ma che grazie al suo ruolo nelle diagnosi mediche può iniziare a pretendere il riconoscimento di una sua funzione selettiva)¹⁵, oppure il tratto può essere tuttora presente, ma non svolgere più alcuna funzione (come la nostra appendice cecale). Si pone quindi il problema di quale sia il momento biologicamente significativo nell'evoluzione per l'attribuzione funzionale ad un determinato tratto.

¹⁵ Tutti questi esempi ricadono nella categoria di tratti che Gould chiama *exaptation*. Si tratta di strutture che attualmente hanno un valore adattivo, ma che sono state selezionate perché svolgevano una diversa funzione, o non ne svolgevano affatto, e nel caso la sua presenza non è neanche attribuibile alla selezione naturale. Queste strutture si differenziano dai normali adattamenti, 'disegnati' dalla selezione naturale per la funzione che svolgono (v. S. J. Gould, E. S. Vrba, *Exaptation – a Missing Term in the Science of Form*, «Paleobiology», 8(1), 1982, pp.4-15).

Per questo problema sono state proposte varie possibili soluzioni. La più nota è quella di Godfrey-Smith¹⁶, che indica il passato recente come il periodo più rilevante per l'identificazione di una funzione.

Su questa proposta l'accordo è però del tutto assente, soprattutto perché non si prende in considerazione la situazione presente: per fare alcuni esempi, Schwartz, per permettere l'attribuzione di funzione, richiede che il tratto svolga anche adesso, almeno occasionalmente, la funzione per cui è stato selezionato¹⁷, mentre Bigelow e Pargetter¹⁸ affermano la priorità dell'utilità presente su quella passata, vincolando l'attribuzione funzionale agli effetti del tratto considerato nell'ambiente attuale. La proposta di Bigelow e Pargetter, detta "propensity theory", relaziona l'attribuzione funzionale alla situazione presente, invece che al passato, facendo così perdere la dimensione eziologica della spiegazione, ma aprendo la possibilità di predizioni (incerte).

Come nota Kitcher¹⁹, la pratica biologica è troppo varia per venire a capo di queste differenze, e le diverse discipline evolutive si concentrano su momenti diversi della storia evolutiva di un tratto.

Non essendo possibile dirimere queste controversie, Walsh²⁰ ha anche proposto la nozione di funzione relazionale, che semplicemente mette in relazione l'attribuzione funzionale ad un particolare regime selettivo:

La funzione di un'istanza del tratto X rispetto al regime selettivo R è F se e solo se F contribuisce positivamente ed in maniera significativa al fitness medio degli individui che posseggono X in R .

¹⁶ P. Godfrey-Smith, *op. cit.*

¹⁷ P. H. Schwartz, *The Continuing Usefulness Account of Proper Function*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummins, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.244-260

¹⁸ J. Bigelow, R. Pargetter, *Functions*, «*Journal of Philosophy*», 84, 1987, pp.181-197

¹⁹ P. Kitcher, *Function and Design*, in *Midwest studies in Philosophy XVIII*, ed by P. A. French, T. E. Uehling, H. K. Wettstein, University of Minnesota, 1993, pp.379-397

²⁰ D. M. Walsh, A. Ariew, *a Taxonomy of Functions*, «*Canadian Journal of Philosophy*», 1996, 26(4), pp.493-514

Se il regime selettivo rilevante sia posizionato nel passato, nel presente o nel futuro sarà un problema puramente pragmatico, legato ai nostri interessi esplicativi.

Tutti questi approcci hanno però in comune il fatto che l'attribuzione funzionale si basa sul successo selettivo; in che punto del processo evolutivo del tratto vada valutato questo contributo al successo selettivo è una questione che sembra destinata a rimanere aperta, visto che tutti riescono a fornire esempi a loro difesa e contro-esempi per mettere in difficoltà gli altri.

L'approccio eziologico si è opposto a quello sistemico con la pretesa di fornire vincoli per l'attribuzione funzionale solidi, talmente solidi ed indiscutibili da dare un valore quasi "ontologico" alle proprie attribuzioni funzionali²¹. In realtà abbiamo visto che si è rivelato di tutt'altra natura: come nota anche Hardcastle²², l'approccio eziologico, appoggiandosi sulla nozione di selezione, ha una forte dimensione relativa, visto che si lega ad un ambiente sempre in mutazione. Non ci sono funzioni "assolute", ma a seconda delle situazioni ambientali il valore selettivo di un tratto può mutare radicalmente. Abbiamo visto che Walsh, al fine di fare una proposta "pacificatrice", è costretto ad inserire una forte componente pragmatica nella definizione di funzione, relativizzando l'attribuzione funzionale al tipo di regime selettivo, cioè al tipo di ambiente o al momento che i nostri interessi ci suggeriscono.

Un altro problema sta nel ruolo fondamentale dato alla selezione naturale: la selezione naturale non spiega totalmente l'evoluzione. Prima di tutto, critica che è mossa già da Cummins, la selezione agisce sui fenotipi che le sono "offerti" dalle mutazioni genetiche e dai processi di sviluppo, quindi la selezione è una concausa dell'evoluzione, ha un ruolo causale che però non esaurisce le dinamiche evolutive e può fornire solo risposte parziali alla domanda "Perché tale tratto è presente?". Inoltre, come fa notare Buller²³, l'attuale caratterizzazione della

²¹ C. Allen, *Real Traits, Real Functions?*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.373-389

²² V. G. Hardcastle, *On the Normativity of Functions*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.144-156

²³ D. J. Buller, *Etiological Theories of Function: A Geographical Survey*, «Biology and Philosophy», 13, 1998, pp.505-527

selezione naturale non si riferisce a semplici principi del tipo "Ciò che sopravvive ha superato la selezione", in cui possiamo far ricadere banalmente tutte le forme di vita che incontriamo semplicemente per il fatto che le incontriamo. Oggigiorno si considera che la selezione naturale eserciti la propria funzione nel caso si presentino variazioni differenziali di fitness. La situazione deve essere approssimativamente questa: abbiamo una popolazione che presenta il tratto X immersa in un determinato ambiente selettivo; si presenta, per mutazione, una variazione X' del tratto X all'interno dello stesso ambiente selettivo; i portatori di X' manifestano un fitness maggiore dei portatori di X e questo porta alla permanenza e diffusione del tratto X' a spese di quello X . La storia evolutiva di molti tratti, che anche hanno causato un miglioramento in fitness, non rientra in questo quadro.

L'esplicito riferimento alla selezione nella definizione dell'attribuzione funzionale da Wright a Millikan e Godfrey-Smith si risolve quindi in una nozione di funzione che manifesta un *range* di applicazione molto più esiguo del previsto. Affinchè sia possibile attribuire una funzione F ad un tratto X è necessario che (1) X sia un tratto ereditario, cioè che sia prodotto in un processo di sviluppo da uno o più geni, (2) vi sia stata variazione in X in un ambiente selettivo comune e (3) gli organismi con X abbiano un fitness maggiore dei portatori delle altre variazioni all'interno di tale ambiente comune e tale differenza di fitness sia causata, almeno in parte, dall'aver X .

Buller tenta di porre rimedio a questa situazione "indebolendo" i vincoli per l'attribuzione funzionale, ma sempre lasciando centrale il ruolo del fitness:

Un'istanza corrente di un tratto X in un organismo S ha la funzione di produrre un effetto di tipo F solo nel caso in cui passate istanze di X abbiano contribuito al fitness degli antenati di S producendo F , e perciò ebbero un ruolo causale nella riproduzione dei tratti X nella genealogia di S .

Questa versione dell'approccio eziologico, che Buller chiama "Weak Theory", in opposizione alla "Strong Theory" di Millikan e Godfrey-Smith, mette in secondo piano la nozione di selezione, concentrandosi solo sugli effetti positivi sul fitness. In

questo caso la dimensione eziologica si imposta su una linea più generale, che permette di coprire molti più casi di funzioni biologicamente interessanti, semplicemente in base al vantaggio riproduttivo fornito, senza doversi porre il problema se il quadro evolutivo ricada o no sotto l'operato della selezione naturale.

Comunque entrambe le formulazioni della teoria eziologica, la 'forte' e la 'debole', relazionano la funzione di un tratto alla sua storia evolutiva, in particolare è centrale il contributo che un tratto ha portato al fitness dell'organismo di cui è parte grazie alla sua capacità di produrre un certo tipo di effetti.

L'applicazione della teoria eziologica è però più problematica di quanto metta in rilievo Buller. L'approccio eziologico è adatto alle situazioni evolutive "da manuale": un tratto ereditario subisce una mutazione e questa, manifestando una nuova funzione o migliorandone una già presente, porta un vantaggio adattivo; tale vantaggio, per mezzo dei processi di selezione naturale, porta alla fissazione ed alla diffusione del tratto. Abbiamo visto che questo ritratto dei processi evolutivi, adatto forse ad un neo-darwinismo un po' ingenuo, è riduttivo e non rende conto delle attribuzioni funzionali in biologia: abbiamo visto che le pressioni selettive possono essere diverse da quelle originarie per un mutamento delle condizioni ambientali, oppure la fissazione e diffusione del tratto, per quanto questo porti vantaggi in termini di fitness, non possono essere spiegati ricorrendo ai processi di selezione naturale.

Ma oggi giorno la biologia è sempre più consapevole che non tutte le dinamiche evolutive possono essere trattate in riferimento alla nozione di fitness, già comunque di per sé molto problematica per la biologia teorica²⁴. Nel quadro delle dinamiche evolutive rientrano molti altri elementi che non si legano con concetti adattivi: deriva genetica, mancanza di mutazioni, pleiotropia, dinamiche di sviluppo, per non parlare delle proposte più recenti relative al ruolo dell'auto-organizzazione all'interno dei processi evolutivi²⁵. Tutti questi elementi stanno

²⁴ Per vedere alcuni dei problemi relativi alla nozione di fitness, v. C. B. Krimbas, *On fitness*, «Biology and Philosophy», 19, 2004, pp.185-203

²⁵ v. S. A. Kauffman, *The Origins of Order, Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993

portando la biologia teorica ad un radicale ripensamento delle basi dell'evoluzione, con la proposta di nuovi approcci al problema, come la recente proposta dell'approccio Evo-Devo²⁶.

Un resoconto eziologico delle funzioni biologiche vorrebbe corrispondere ad un resoconto evolutivo, ma la selezione non è più riconosciuta come l'unica forza dei processi evolutivi e oggi non possiamo ridurre le dinamiche evolutive esclusivamente alle dinamiche selettive. Ci sono altre componenti in ballo, in cui la dimensione valutativa legata alla selezione naturale non ha un ruolo o lo ha in maniera anomala.

Vi sono inoltre diverse discipline biologiche che fanno attribuzioni funzionali senza alcun riferimento alla cornice eziologica: biologia comparativa, anatomia funzionale, fisiologia, biologia molecolare, alcuni approcci all'ecologia...

Ad esempio nei modelli ecologici più astratti l'analisi funzionale è legata ai ruoli che gli organismi svolgono nell'economia di un dato habitat: predatori, prede, organismi autotrofi, eterotrofi, parassiti, simbionti, ecc... Tutte attribuzioni funzionali senza alcuna base evolutiva, ma che anzi si applicano su classi di organismi filologicamente anche molto distanti (un predatore può essere un insetto come un mammifero).

Nella biologia molecolare, invece, si studia il ruolo funzionale nelle dinamiche cellulari anche di tratti che non sono direttamente legati ad alcun vantaggio selettivo, come il Junk DNA.

Per farla breve, a mio avviso il problema più rilevante per l'approccio eziologico è che la selezione, o comunque il contributo in termini di fitness, non possono essere invocati acriticamente per spiegare la presenza di un tratto biologico, come unica forza che "progetta" l'organizzazione biologica.

Oltretutto diverse discipline biologiche portano avanti le loro analisi funzionali indipendentemente da problemi evolutivi.

²⁶ "EVOLution-DEVELOPMENT". Approccio che sta riscuotendo sempre più attenzione negli ultimi anni, che propone un nuovo punto di vista per l'analisi delle dinamiche evolutive attraverso una sintesi della biologia dello sviluppo e della biologia evolutiva neo-darwinista. v. R. A. Raff, *Evo-devo: the Evolution of a New Discipline*, « Nature Reviews Genetics », 1, 2000, pp.74-79.

La ricostruzione del percorso evolutivo di un tratto è quindi spesso un compito complesso, che si muove su più piani esplicativi e che molte volte non risulta necessaria all'attribuzione funzionale, che anzi spesso precede la ricostruzione eziologica.

Ad esempio Tinbergen²⁷ descrive il processo esplicativo all'interno dell'etologia attraverso quattro fasi, indicate dalla tipologia di domanda a cui si vuole rispondere:

- (1) In quale modo il fenomeno (un comportamento) influenza la sopravvivenza, il successo dell'animale?
- (2) Come accade il fenomeno? Come funziona il "meccanismo" che lo produce?
- (3) Come si presenta il meccanismo nello sviluppo dell'individuo?
- (4) Come si è evoluto questo sistema comportamentale fino alla forma attuale?

In questo schema i primi due punti, da cui dipende l'attribuzione funzionale, si rifanno chiaramente ad un'analisi sistemica in cui la sopravvivenza dell'animale serve come punto di riferimento ultimo per l'identificazione del ruolo funzionale dei tratti comportamentali. Solo dopo, in ultimo, si passa alle domande di carattere evolutivo.

5. Conclusioni

La maggior parte degli autori ha contrapposto decisamente le due impostazioni presentate, schierandosi dall'una o dall'altra parte. Alcuni²⁸, rilevando l'evidente stallo della discussione, si sono espressi a favore di un approccio pluralistico,

²⁷ N. Tinbergen, *On War and Peace in Animals and Man*, «Science», vol. 160, n° 3835, 1968, pp.1411-1418

²⁸ v. P. Godfrey-Smith, *Functions: Consensus Without Unity*, «Pacific Philosophical Quarterly», 74, 1993, pp.196-208

legando l'approccio eziologico alle discipline biologiche più legate alla teoria evolutiva e indicando l'approccio sistemico come più adatto alle altre discipline. La mia impressione è che comunque lo scontro è stato eccessivamente acutizzato, e che le due impostazioni non siano poi così lontane. Intanto, come più recentemente qualche commentatore ha fatto notare²⁹, l'approccio sistemico non andrebbe visto come veramente alternativo a quello eziologico, ma come la base su cui quest'ultimo viene costruito.

Abbiamo visto che la costante degli approcci eziologici proposti negli ultimi anni è il riferimento al fitness come nozione cardine.

Come sottolinea Buller, la nozione di fitness è generalmente considerata legata alle seguenti componenti: longevità, fertilità, fecondità ed abilità di accoppiamento. Tali componenti consistono di complessi processi causali fra i vari sistemi vitali di un organismo. Secondo l'approccio eziologico possiamo dire di un tratto X che esso produce un effetto F solo se porta un contributo al fitness. Tale contributo di F può essere identificato solo se si riscontra un suo ruolo causale nei complessi processi che determinano almeno una componente del fitness. Ciò richiede un modo di definire con precisione il contributo causale del comportamento di un tratto nella determinazione del comportamento di un sistema complesso e l'unica maniera che conosciamo di definire il contributo causale di una componente in relazione ad un processo complesso è la teoria dell'analisi funzionale di Cummins.

Per indicare il contributo di un tratto al fitness dell'organismo è necessario quindi considerare il fitness, o uno dei suoi componenti, come il comportamento di riferimento del sistema contenente X su cui portare avanti l'analisi funzionale.

Alla fine l'impressione è che il cuore dell'approccio eziologico possa essere visto semplicemente come la costrizione dell'approccio sistemico all'interno della cornice teorica della teoria evolutiva, con la nozione di fitness come punto di riferimento ultimo per l'attribuzione funzionale. Tale impostazione ha poi come

²⁹ D. J. Buller, *Etiological Theories of Function: A Geographical Survey*, «Biology and Philosophy», 13, 1998, pp.505-527; D. M. Walsh, A. Ariew, *a Taxonomy of Functions*, «Canadian Journal of Philosophy», 1996, 26(4), pp.493-514

conseguenza la possibilità di una dimensione esplicativa eziologica e di una normatività solida.

Anche i testi di Wright e Cummins sembrerebbero confermare queste osservazioni. In un passaggio Wright argomenta il fatto che l'attribuzione di funzioni non necessita che il tratto effettivamente manifesti l'effetto interessato, ma è sufficiente sapere che ha la capacità di produrlo:

“In alcuni contesti concederemo che X compia Z, anche nel caso che Z non si manifesti mai. Per esempio, il pulsante sul cruscotto attiva il sistema di lavaggio del parabrezza (questo è ciò che fa, lo posso dichiarare riferendomi al digramma dei circuiti). [...]”³⁰

In questo passo Wright attribuisce una capacità ad un sistema, e giustifica l'attribuzione di questa capacità per mezzo di un diagramma a circuiti, tipico esempio di modello ottenuto tramite quella che Cummins chiama “strategia analitica”.

Dall'altra parte Cummins inizia il suo articolo indicando le due assunzioni che hanno caratterizzato l'analisi dell'attribuzione funzionale fino a Wright (la spiegazione eziologia della presenza del tratto di interesse e come questo sia causa dell'effetto funzionale), e dichiara che vuole abbandonare la prima, basandosi solo sulla seconda; non si pone quindi del tutto su una strada alternativa, semplicemente abbandona un vincolo che egli non ritiene corretto. Nella pagine seguenti, dopo aver presentato i tratti essenziali della sua proposta, si impegna molto per argomentare l'inadeguatezza della cornice evolutiva per vincolare l'analisi funzionale dei sistemi biologici; tale impegno sembrerebbe giustificabile solo dalla consapevolezza che facendo guidare le sue analisi funzionali dalla teoria dell'evoluzione sarebbe precipitato nuovamente all'interno dell'impostazione eziologica.

Inoltre l'accusa di eccessivo liberalismo nei confronti di Cummins non è del tutto giustificata; l'approccio sistemico è stato giudicato troppo poco vincolante per l'attribuzione di funzioni perché al suo interno è possibile giustificare praticamente qualunque tipo di attribuzione; ciononostante questo non significa, come molti

³⁰ L. Wright, *op. cit.*, p.158

sembrano pensare, che Cummins lasci l'attribuzione funzionale libera da vincoli: l'imposizione di punti di riferimento teorici in relazione a cui giudicare la validità dell'analisi funzionale è un'esigenza per Cummins, semplicemente lascia liberi nella scelta del vincolo. Questo aspetto è stato spesso erroneamente valutato, portando ad esempio alla sviluppo di proposte come la *general goal-contribution analysis* di Boorse³¹; questa viene presentata come un buon passo avanti sull'impostazione di Cummins poiché vincola l'analisi funzionale al raggiungimento o mantenimento di uno stato da parte del sistema, ma a ben vedere non si discosta affatto dalla proposta di Cummins, ne ha le stesse caratteristiche ed è aperta agli stessi attacchi.

Il problema con Cummins è l'assenza di principi teorici definiti che servano da punto di riferimento ultimo ed unificante per lo sviluppo dell'analisi funzionale nei sistemi biologici. Lui stesso, in polemica con l'approccio eziologico, argomenta a sfavore dell'assunzione della selezione come cornice teorica di riferimento, ed effettivamente abbiamo visto che tale cornice teorica non rende bene conto dell'uso che dell'attribuzione di funzione viene fatto in biologia.

L'impostazione sistemica necessita quindi di essere vincolata inserendola all'interno di una cornice teorica sufficientemente definita. In linea di principio, è ai fondamenti teorici della disciplina che dobbiamo guardare per circoscrivere le tipologie di *why-question* in grado di indirizzare l'analisi funzionale.

Il problema con la biologia è che manca una precisa definizione dei concetti chiave su cui si fonda (come "vita", "organismo", "evoluzione", "fitness" ...), ed anche queste mancanze concorrono all'attribuzione dell'etichetta di scienza "speciale", o "morbida", in contrapposizione alle scienze "dure" come la fisica, matematizzate e maggiormente rigorose nella definizione dei principi, delle metodologie e delle possibilità esplicative.

³¹ C. Boorse, *A Rebuttal on Functions*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.63-112

Nella biologia teorica contemporanea si è ormai perso l'interesse nella ricerca relativa a queste definizioni fondamentali, evidentemente perché i ricercatori non ne sentono la necessità.³²

La mia impressione è che la sopravvivenza e la riproduzione siano i principi più generali e meno vaghi di cui la biologia dispone e che la loro assunzione come principi ultimi a cui legare l'analisi funzionale sia il vincolo essenziale per l'uso dell'approccio sistemico in biologia, vincolo certo ampio, ma che può poi essere ulteriormente specializzato all'interno delle singole discipline biologiche.

Mi pare che nulla impedisca di porre la sopravvivenza e la riproduzione come i due punti di riferimento più ampi ed unificanti, in grado di svolgere il ruolo di principi di discriminazione per l'attribuzione funzionale in biologia. Tutta la biologia, anche prima di Darwin, ha come fine la comprensione di come sia possibile la vita ed la sua permanenza, come sia possibile che i sistemi viventi sopravvivano e si riproducano. Ovunque, nelle discussioni sulle funzioni biologiche, si vede sullo sfondo che la motivazione ultima che giustifica un'attribuzione funzionale è quella della spiegazione della sopravvivenza o delle capacità riproduttive del sistema.

Anche in Cummins il ruolo della sopravvivenza è messo in rilievo. Infatti, esaminando alcuni esempi di attribuzione funzionale in biologia, commenta

“Queste affermazioni possono essere intese in due modi. (i) Esse vengono generalmente utilizzate per spiegare come l'organismo in questione possa esibire certe caratteristiche o comportamenti. [...] (ii) Potrebbero essere utilizzate per spiegare la sopravvivenza continuata di alcuni tipi di organismi che incorporano strutture del tipo sotto indagine, indicando i vantaggi in ordine di sopravvivenza che tali organismi acquisirebbero dal possesso di tali strutture.”³³

³² Difatti, negli ultimi anni questioni di questo tipo, che hanno reso manifeste le mancanze della biologia classica sul piano delle nozioni fondative, non si sono presentate all'interno delle discipline biologiche, ma nel nuovo campo dell'Artificial Life, che, avendo come finalità lo sviluppo di modelli computazionali di sistemi biologici alternativi a quelli che si sono evoluti sulla terra, avrebbe la necessità di riferirsi ai principi teorici fondamentali della biologia per valutare il valore dei propri modelli; il risultato è stato che le definizioni della biologia teorica si sono perlopiù dimostrate vaghe ed insufficienti.

³³ R. Cummins, *op. cit.*, p.749

Il punto (ii) sembrerebbe effettivamente essere semplicemente un caso particolare del punto (i), ma la centralità del tema della sopravvivenza nello studio dei sistemi biologici pone effettivamente questa proprietà su un piano a parte, e Cummins, evidentemente, ne è consapevole. Difatti il punto (i) è generalmente riducibile al punto (ii), visto che, anche se le funzioni di un tratto sono state identificate in relazione ad un comportamento od una proprietà particolari dell'organismo, questi normalmente hanno ricevuto attenzione per il loro ruolo nella sopravvivenza. Ad esempio possiamo dire che la funzione del cuore è quella di permettere la circolazione sanguigna e di conseguenza il nutrimento delle cellule, o che la funzione dei reni sia di espellere certi tipi di rifiuti dall'organismo, ma nutrimento e espulsione dei rifiuti sono comportamenti presi in considerazione a causa del loro ruolo nella sopravvivenza dell'organismo.

Rimanere all'interno di un approccio sistemico vincolato da sopravvivenza e riproduzione, mi pare rispecchi più correttamente l'uso dell'attribuzione funzionale in biologia. Prima di tutto siamo giustificati nell'attribuire funzioni, come normalmente viene fatto in biologia, anche ai tratti la cui presenza non è riconducibile ad una storia evolutiva standard, come le *exaptation* di Gould. Inoltre siamo legati semplicemente al ruolo causale che determinati tratti svolgono nelle dinamiche di sopravvivenza e riproduzione, mentre negli approcci eziologici si prendono in considerazione solo gli effetti positivi apportati dalla presenza di un tratto. Questo permette di far rientrare nell'attribuzione funzionale anche tutti i comportamenti che hanno un valore negativo sul fitness, giustificando quindi anche l'uso dell'analisi funzionale negli studi di patologia. Inoltre, mentre l'approccio eziologico richiede che l'attribuzione funzionale sia *direttamente* legata ad un contributo sul fitness, qui la sopravvivenza e riproduzione appaiono solo come riferimenti ultimi per la giustificazione dell'analisi funzionale: anche l'approccio funzionale di indirizzi di ricerca come la fisiologia o la biologia molecolare, apparentemente più lontani da questioni valutative riguardo le capacità di sopravvivenza degli organismi, ricevono giustificazione in questa cornice. Ad esempio l'analisi del ruolo funzionale del comportamento del junk DNA, che, poiché selettivamente insignificante, nell'approccio eziologico è

problematica, qui non pone questioni: il junk DNA partecipa alla replicazione cellulare; la replicazione cellulare è essenziale per la sopravvivenza e la riproduzione di tutti gli organismi; un'analisi funzionale delle sue dinamiche è fondamentale, e la comprensione di tali dinamiche, ovviamente, comprende anche un'analisi del ruolo funzionale svolto dal junk DNA in quel processo. Infine rientrano nella categoria anche analisi funzionali indifferenti alla cornice evolutiva, basate sull'analisi di tratti non ereditari o su tassonomie che non hanno fondamenti filogenetici, come i modelli evolutivi del tipo indicato precedentemente.

La dimensione normativa e quella eziologica restano una questione a parte, dipendenti dall'analisi funzionale, ma non interni a questa. La normatività viene normalmente derivata all'interno delle singole discipline per mezzo di osservazioni statistiche legate al tipo di tassonomia che presenta la particolare disciplina. Per quanto riguarda invece la spiegazione eziologica del tratto, oggi giorno la ricostruzione della storia evolutiva di un tratto è considerato un compito tutt'altro che banale, che certo dipende anche dal valore funzionale del tratto, ma non nella maniera quasi semplicistica con cui affrontava la questione la teoria eziologica.

Nonostante quanto osservato sopra, bisogna tenere sempre a mente che molte nozioni fondamentali della biologia mancano di definizione rigorosa: proprio per questo motivo (e anche per la pluralità di discipline molto diverse fra loro che rientrano sotto l'etichetta 'biologia'), è probabile che per qualunque vincolo teorico per l'attribuzione funzionale possano essere sollevate critiche e contro-esempi.

La biologia è una disciplina che, nonostante molte "vaghezze" sul piano dei principi teorici e metodologici e nonostante il fatto che ne facciano parte una moltitudine di discipline difformi fra loro, ha prodotto molti dei frutti più interessanti della pratica scientifica degli ultimi secoli. Ciononostante, a causa delle suddette mancanze teoriche, risulta molto difficile trovare principi generali che riescano a rendere conto delle pratiche ormai assestate nei diversi campi, risultando al

contempo sufficientemente rigorosi da definire uno statuto scientifico “forte” e uno stretto vincolo metodologico per il futuro.

Difficilmente riusciremo a trovare principi che risulteranno perfettamente conformi alla normale pratica del biologo. Dobbiamo quindi puntare alla definizione di nozioni teoriche che siano soddisfacenti per la maggior parte dei casi, che certo limitino al minimo i casi anomali, ma difficilmente otterremo nozioni in grado di evitarli del tutto. Probabilmente otterremo principi che, soprattutto se un po' “forzati” tramite contro-esempi appositamente studiati, si riveleranno un po' approssimativi e dai contorni sfumati, ma non saranno comunque privi di interesse sul piano normativo e metodologico, e la giustificazione delle occasionali evasioni dai loro confini rimarrà probabilmente una questione pragmatica relativa anche al “saper fare” della comunità scientifica.

Giovanni Casini

Bibliografia:

- C. Allen, *Real Traits, Real Functions?*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.373-389.
- W. Bechtel, R. C. Richardson, *Discovering Complexity, Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*, Princeton University Press, 1993.
- M. Bedau, *Goal-Directed Systems and the Good*, «*Monist*», 75, 1992, pp.34-5.
- J. Bigelow, R. Pargetter, *Functions*, «*Journal of Philosophy*», 84, 1987, pp.181-197.
- C. Boorse, *A Rebuttal on Functions*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.63-112.
- D. J. Buller, *Etiological Theories of Function: A Geographical Survey*, «*Biology and Philosophy*», 13, 1998, pp.505-527.
- R. Cummins, *Functional Analysis*, «*The Journal of Philosophy*», 72(20), 1975, pp.741-765.
- B. C. van Frassen, *The Scientific Image*, Oxford University press, 1980 (trad. It.: B. C. van Frassen, *L'Immagine Scientifica*, Clueb, 1985).

- P. Godfrey-Smith, *Functions: Consensus Without Unity*, «Pacific Philosophical Quarterly», 74, 1993, pp.196-208.
- P. Godfrey-Smith, *A Modern History Theory of Functions*, «Nous», 28, 1994, pp.344–362.
- S. J. Gould, E. S. Vrba, *Exaptation – a Missing Term in the Science of Form*, «Paleobiology», 8(1), 1982, pp.4-15.
- V. G. Hardcastle, *On the Normativity of Functions*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.144-156.
- C. Hempel, *The Logic of Functional Analysis*, in C. Hempel, [Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science](#), Free Press, 1965.
- S. A. Kauffman, *The Origins of Order, Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993.
- P. Kitcher, *Function and Design*, in *Midwest studies in Philosophy XVIII*, ed by P. A. French, T. E. Uehling, H. K. Wettstein, University of Minnesota, 1993, pp.379-397.
- C. B. Krimbas, *On fitness*, «Biology and Philosophy», 19, 2004, pp.185-203.
- R. G. Millikan, *Biofunctions: Two Paradigms*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.113-143.
- E. Nagel , *The Structure of Science*, Harcourt Brace Jovanovich, 1961 (trad. it.: E. Nagel , *La Struttura della Scienza. Problemi di Logica nella Spiegazione Scientifica*, Feltrinelli, 1968).
- R. A. Raff, *Evo-devo: the Evolution of a New Discipline*, «Nature Reviews Genetics», 1, 2000, pp.74-79.
- A. Rosenbleuth, N. Wiener, *The Role of Models in Science*, «Philosophy of Science», 12 (4), 1945, pp.316-32.
- P. H. Schwartz, *The Continuing Usefulness Account of Proper Function*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.244-260.
- H. E. Simon, *The Science of Artificial*, The MIT Press, 1969.
- N. Tinbergen, *On War and Peace in Animals and Man*, «Science», vol. 160, n° 3835, 1968, pp.1411-1418.
- D. M. Walsh, A. Ariew, *a Taxonomy of Functions*, «Canadian Journal of Philosophy», 1996, 26(4), pp.493-514.
- W. Wimsatt, *Functional Organization, Analogy, and Inference*, in *Functions, New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, ed. by A. Ariew, R. Cummings, M. Perlman, Oxford University Press, 2002, pp.173-22.
- L. Wright, *Functions*, «The Philosophical Review», 82(2), 1973, pp.139-168.