

Indice

Introduzione	11
a. Qual è la problematicità specifica delle leggi di natura nelle scienze biologiche?	16
b. L'articolazione della ricerca	20
1. Il contesto scientifico. Il caso delle generalizzazioni in biologia molecolare	25
1.1 A proposito di alcune delle principali generalizzazioni della genetica molecolare.....	30
1.2 Il «dogma centrale» senza la nozione di informazione....	33
1.2.1 <i>Le definizioni crickiane dell'informazione genetica</i>	35
1.2.2 <i>L'interpretazione causale dell'informazione genetica</i>	37
1.2.3 <i>I tipi di causazione in biologia molecolare</i>	37
1.2.4 <i>Il «dogma centrale» senza la nozione di informazione</i>	41
1.3 Sono propriamente biologiche le generalizzazioni della genetica molecolare?	43
1.3.1 <i>L'argomento beattyano dell'esclusione reciproca</i>	44

1.3.2	<i>Il carattere biologico della genetica molecolare. Le obiezioni all'argomento beattyano</i>	46
1.4	I presunti controesempi al «dogma centrale» della biologia molecolare	50
1.4.1	<i>La scoperta dell'enzima della trascrittasi inversa e le generalizzazioni principali della biologia molecolare</i>	52
1.4.2	<i>La conferma dell'ipotesi di Temin. Una confutazione del «dogma centrale»?</i>	53
1.4.3	<i>La fase post-teminiana del «dogma centrale». Le classificazioni crickiane dei trasferimenti dell'informazione genetica</i>	56
2.	Ci sono leggi biologiche? Storia di un dibattito	63
2.1	Gli inizi ed i primi problemi sulle leggi biologiche.....	64
2.1.1	<i>La non esistenza delle leggi biologiche: l'argomento di Smart</i>	66
2.1.2	<i>L'argomento di Ruse a favore dell'esistenza delle leggi di natura biologiche</i>	73
2.1.2.1	LA LEGGE DI HARDY-WEINBERG. UN CONTROESEMPIO ALLA SOLUZIONE SMARTIANA	74
2.1.3	<i>Il concetto generale di legge di natura nel primo sottodibattito</i>	77
2.2	Secondo sottodibattito: l'approccio neodarwiniano ed i suoi limiti	84
2.2.1	<i>L'argomento ECT</i>	86
2.2.2	<i>Waters e le critiche all'argomento ECT</i>	91
2.2.2.1	I DUE TIPI DI GENERALIZZAZIONI BIOLOGICHE	92
2.2.3	<i>Il problema generale delle leggi di natura nell'argomento ECT</i>	97

2.3	Terzo sottodibattito: la svolta pragmatica di Mitchell	99
2.3.1	<i>Contro il normativismo nomologico</i>	99
2.3.2	<i>La proposta pragmatica mitchelliana</i>	104
2.3.3	<i>La limitazione delle Dimensions e la svolta pragmatica</i>	106
3.	Verso una soluzione. Una strategia di tipo kantiano per la questione nomologica in biologia molecolare	111
3.1	Il problema delle leggi empiriche di natura in Kant	112
3.1.1	<i>La nomologicità trascendentale</i>	114
3.1.2	<i>La nomologicità empirica</i>	121
3.1.3	<i>La nomologicità regolativa degli enunciati sul vivente</i>	131
3.2	Verso una soluzione. La strategia nomologica kantiana per i «principi generali» della biologia molecolare	135
3.2.1	<i>L'interpretazione crickiana della nomologicità: tra ontologia e metodologia</i>	137
3.2.1.1	LA PRIMA MODALITÀ: L'INTERPRETAZIONE ONTOLOGICA DELLA NOMOLOGICITÀ ATTRIBUITA AL «DOGMA CENTRALE»	138
3.2.1.2	LA SECONDA MODALITÀ: L'UNIFICAZIONE COME CRITERIO NELL'INTERPRETAZIONE DELLA VALIDITÀ NOMOLOGICA	141
3.2.2	<i>La strategia kantiana per la validità nomologica dei «principi generali» della biologia molecolare</i>	144
3.2.2.1	DUE ARGOMENTI PER UN QUADRO EPISTEMOLOGICO DELL'UNIFICAZIONE NOMOLOGICA	146
	Conclusioni	155
	Bibliografia	163

Introduzione

Uno dei modi più efficaci per presentare lo spessore teoretico del problema delle leggi di natura all'interno della tradizione filosofica consiste nell'esplicitare la differenza tra certi tipi di enunciati universali, specificamente tra le generalizzazioni empiriche. Consideriamo questi due enunciati universali:

- (1) Tutte le sfere di uranio arricchito hanno diametro minore di 100 metri;
- (2) Tutte le monete metalliche nella tasca di Goodman sono fatte di rame¹.

È chiaro che non siamo disposti ad accettare (2) come una generalizzazione empirica dotata di *status* nomologico, ossia come una legge di natura valida nel corrispondente ambito

¹ Quest'esempio è ormai diventato canonico nella letteratura epistemologica sul problema delle leggi di natura. Cfr. F. WEINERT, *Laws of Nature – Laws of Science*, in ID. (ed.), *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*, Walter de Gruyter, Berlin-New York 1995, pp. 3-64. Oltre al taglio filosofico e scientifico-teorico, un pregio ulteriore della raccolta menzionata riguarda l'ampia ricostruzione dei diversi significati cui rimanda la nozione di legge di natura.

scientifico. Se è vera, lo è solo in modo accidentale. Al contrario, siamo disposti a considerare l'enunciato universale (1) come valido dal punto di vista nomologico o, più precisamente, come un'esemplificazione nomologica della legge fisica corrispondente. La verità della generalizzazione empirica (1) non sarebbe, quindi, meramente accidentale, ma risulterebbe, in un certo modo, necessaria.

Si consideri una seconda coppia di enunciati universali:

- (1) Tutte le sfere di uranio arricchito hanno diametro minore di 100 metri;
- (3) Tutte le sfere di oro hanno diametro minore di 100 metri.

Per quanto la differenza tra (1) e (3), relativamente alla questione nomologica, sia meno immediata rispetto alla coppia prima esaminata, tuttavia anche qui siamo sempre disposti ad accettare solo la generalizzazione empirica (1) come una legge di natura, ovvero una legge valida in un certo ambito scientifico².

Ora, il compito filosofico più interessante concerne la possibilità di esplicitare le ragioni per le quali, nella pratica scientifica, un enunciato universale – ad esempio la generalizzazione empirica (1) – viene considerato come munito di *status* nomologico. A questo proposito riportiamo solo alcune delle domande che, tuttavia, mettono maggiormente in luce l'importanza filosofica del problema generale delle leggi di natura.

Un primo gruppo di domande: si dà un criterio in base al quale riusciamo a distinguere una generalizzazione empirica

² Come cercheremo di mostrare in seguito, la nozione di legge di natura diventa più chiara se analizzata nel contesto della pratica scientifica. Di conseguenza, useremo il termine “legge di natura” come equivalente a quello di “legge scientifica” o “enunciato nomologico”. Per una tradizione filosofica opposta che, pur asserendo il primato della pratica scientifica come il contesto più appropriato per affrontare la questione nomologica, differenzia tra ciò che si intende per legge di natura e ciò che invece si intende per legge scientifica, si veda sempre: F. WEINERT, *Laws of Nature – Laws of Science*, cit., in particolare, pp. 4-14.

nomologica da una meramente accidentale? In che senso si può sostenere che la verità di un enunciato ritenuto nomologicamente valido è necessaria?

Inoltre, bisogna rispondere ad un secondo gruppo di domande: la nomologicità che nella pratica scientifica viene assegnata a certe generalizzazioni empiriche dipende dal fatto che quest'ultime vertono su una determinata proprietà esistente in natura, oppure dipende dal fatto che soddisfano i requisiti inerenti alle nostre esigenze cognitive? Se assegniamo lo *status* nomologico solo a quegli enunciati che soddisfano massimamente i requisiti posti dalle nostre esigenze cognitive nello spiegare, predire ed intervenire sperimentalmente in un determinato ambito del mondo, qual è la caratteristica che contraddistingue la loro stessa nomologicità?

Il primo gruppo di quesiti caratterizza sostanzialmente le posizioni che si collocano nella tradizione epistemologica neopositivista, o rappresentano delle correnti che propongono in vario modo una sua continuazione interpretativa nell'epistemologia successiva. Come avremo modo di analizzare, i criteri chiamati in causa per risolvere la questione nomologica di un enunciato universale possono variare dalla stessa universalità intesa in un determinato modo, agli altri criteri nomologici emersi nello sviluppo dell'epistemologia contemporanea. Riportiamo qui una serie di criteri nomologici più significativi:

- I) avere un tipo determinato di necessità;
- II) sostenere i condizionali controfattuali;
- III) permettere le spiegazioni scientifiche;
- IV) permettere le predizioni scientifiche;
- V) avere delle istanziazioni, ovvero delle esemplificazioni empiriche positive³.

³ Per una più ampia lista dei criteri nomologici e per una loro analisi, in particolare, della misura in cui riescono ad esplicitare la differenza tra nomologico ed accidentale, cfr. il capitolo 'Il problema della riducibilità delle leggi di natura' in M. DORATO, *Il software dell'universo. Saggio sulle leggi di natura*, Bruno Mondadori, Milano 2000, pp. 130-73.

Pur inquadrando fondamentalmente il dibattito epistemologico sulle leggi di natura, le posizioni incentrate sul primo gruppo di domande non hanno, tuttavia, chiarito in modo adeguato la problematicità di fondo della questione nomologica⁴. L'esaurirsi di quest'approccio, da una parte, ha dato adito alle cosiddette epistemologie «scettiche» sul contributo della nozione di legge di natura nell'esplicazione della razionalità scientifica⁵. D'altra parte, questi cambiamenti, sopraggiunti nel dibattito più recente, hanno creato spazio per nuove correnti epistemologiche sull'argomento. A differenza delle epistemologie «scettiche», queste ultime cercano di restituire importanza alla nozione di legge di natura nella definizione della razionalità scientifica, evitando al contempo le difficoltà riscontrate nelle epistemologie precedenti. Queste nuove posizioni sulla questione nomologica sono in effetti accomunate dall'attenzione particolare che riservano al secondo gruppo di domande menzionato prima⁶.

Diversamente dal primo gruppo di domande, con il quale si è cercato di affrontare il problema delle leggi di natura, applicando un determinato criterio nomologico o una combinazione di criteri, l'epistemologia recente si pone come compito principale l'analisi del ruolo che una generalizzazione ritenuta nomologica svolge nella concreta pratica scientifica. In altre parole,

⁴ Una ricostruzione storiografica delle difficoltà riscontrate nelle posizioni di questo tipo si può reperire in G. BONIOLO, *La fallimentare ricerca del criterio di "legge di natura" nel neopositivismo e nel post-positivismo*, in G. BONIOLO, M. DORATO (a cura di), *La legge di natura. Analisi storico-critica di un concetto*, McGraw-Hill, Milano 2001, pp. 207-37.

⁵ Per quanto riguarda i rappresentanti principali dell'epistemologia "scettica" sulle leggi di natura, si veda: R.N. GIÈRE, *The Skeptical Perspective: Science without Laws of Nature*, in F. WEINERT, *Laws of Nature*, cit., pp. 120-38; B.C. van FRAASSEN, *Laws and Symmetry*, Oxford University Press, Oxford 1989.

⁶ Fra i diversi rappresentanti che afferiscono ad una nuova epistemologia sul problema delle leggi di natura, si distingue, a nostro parere, la posizione sostenuta nei lavori di Sandra D. Mitchell. Oltre al suo contributo per una diversa epistemologia generale sulle leggi di natura, Mitchell è attenta in modo particolare ad una problematicità specifica che le leggi di natura presentano nel contesto delle scienze biologiche. Per entrambe le ragioni, ci soffermeremo più dettagliatamente sulla sua posizione nomologica.

questa strategia, chiamata appunto «pragmatica», ruota attorno al valore cognitivo di una legge di natura all'interno del contesto scientifico, ovvero attorno alle funzioni epistemologiche basilari della spiegazione e della predizione scientifica, come pure dell'intervento sperimentale⁷.

Il nuovo programma di Mitchell per affrontare in modo diverso la questione nomologica tradizionale – in particolare così come si presenta nelle cosiddette «scienze speciali» – viene sintetizzato in questi termini:

Il biologo professionista o chimico oppure lo scienziato sociale lavorano con il tipo di sapere che non raggiunge l'ideale filosofico in questione. Ritengo che l'atteggiamento appropriato a questo proposito non sia quello di imputare alla biologia, alla chimica e alle scienze sociali il loro fallimento nel soddisfare la norma filosofica stabilita. Questo «fallimento», al contrario, invita i filosofi ad esaminare come, nonostante tutto, riusciamo a spiegare, predire ed intervenire in base a queste varianti «minori» delle relazioni nomologiche⁸.

Anche la ricerca qui proposta si colloca all'interno della tradizione nomologica di tipo pragmatico. Tuttavia, a differenza del programma mitchelliano, centrato sul valore cognitivo delle funzioni epistemologiche che una legge di natura svolge nella pratica scientifica, qui analizzeremo soprattutto le ragioni per cui la stessa pratica scientifica conferisce uno *status* nomologico a determinate generalizzazioni empiriche. A questo riguardo, il compito principale consiste, dunque, nell'individuare e formulare le caratteristiche che contraddistinguono la nomologicità di un enunciato universale nel contesto scientifico entro il quale svolge le proprie funzioni epistemologiche di base.

⁷ Su tale argomento, vedremo in modo particolare i seguenti lavori di una strategia nomologica di tipo pragmatico: S.D. MITCHELL, *Pragmatic Laws*, "Philosophy of Science", 64 (Proceedings) (1997), pp. 468-79; ID., *Dimensions of Scientific Law*, "Philosophy of Science", 67 (2000), pp. 242-65. Si veda anche ID., *Biological Complexity and Integrative Pluralism*, Cambridge University Press, Cambridge 2003.

⁸ ID., *Dimensions of Scientific Law*, cit., p. 249.

Per raggiungere questo obiettivo esamineremo le generalizzazioni alle quali si ricorre nella pratica scientifica in alcuni degli ambiti disciplinari dominanti nelle scienze biologiche contemporanee. Infatti, come vedremo, gli enunciati universali riguardanti l'ambito del vivente hanno costantemente esibito una problematicità peculiare per il dibattito epistemologico sul problema delle leggi di natura.

a. Qual è la problematicità specifica delle leggi di natura nelle scienze biologiche?

La pratica scientifica sperimentale della biologia molecolare – uno degli ambiti disciplinari centrali nel contesto delle scienze biologiche e biomediche contemporanee – è apparentemente caratterizzata da un certo ‘amorfismo epistemologico’. In altre parole, i manuali e le riviste specializzate contengono solo una serie di dettagliate descrizioni delle diverse tecniche di indagine sperimentale, impiegate per descrivere il sistema vivente prescelto. Rispetto alle scienze chimiche e, soprattutto, rispetto a quelle fisiche, non si può non osservare una carenza evidente di generalizzazioni empiriche nella progettazione della pratica scientifica.

Eppure, le indagini sul comportamento dei principali sistemi macromolecolari nel mondo vivente, come, per esempio, quelli relativi alle proteine e agli acidi nucleici, si basano su determinati «principi generali»⁹ che godono dello stesso *status* assegnato nelle altre scienze alle leggi di natura. Alcuni dei candidati al possesso dello *status* nomologico nella pratica sperimentale della biologia molecolare sono: la generalizzazione empirica dei cosiddetti «rapporti di Chargaff», l'«ipotesi sequenza» e il «dogma centrale».

⁹ Su questo termine, cfr. uno dei lavori più significativi nella costituzione della biologia molecolare: F.H.C. CRICK, *On Protein Synthesis*, “Symposia of the Society for Experimental Biology”, 12 (1958), pp. 138-63, in particolare, p. 152.

Si consideri la generalizzazione dei «rapporti di Chargaff», secondo cui «in tutte le molecole del DNA si avvicinano al valore 1 sia i rapporti molari delle basi puriniche totali rispetto alle basi pirimidiniche totali, sia i rapporti adenina:timina e guanina:citosina». Il seguente enunciato è ottenibile:

‘Ogni volta che un’elica del DNA a doppio filamento contiene, in una determinata posizione, la base nucleotidica della guanina (G), l’elica complementare, nella posizione corrispondente, deve necessariamente contenere la base nucleotidica della citosina (C)’.

Secondo la strategia solitamente indicata come la «standard view» sulle leggi di natura, quest’enunciato universale è formulabile nel calcolo logico dei predicati del primo ordine:

$$(x)(Gx \rightarrow Cx)^{10}.$$

La «standard view» mette in evidenza sostanzialmente due aspetti, che considera centrali per la questione dell’esistenza delle leggi di natura nelle scienze biologiche:

- (A) *L’universalità ‘inficiata’ degli enunciati in biologia.* Le generalizzazioni empiriche di quest’ambito scientifico sono, per dirla con l’epistemologia sull’argomento, «inficiate dalle eccezioni» (*exception ridded*)¹¹. Questo significa che, per quanto cerchiamo di restringere il raggio di applicazione di una generalizzazione in biologia, si danno i casi in cui ‘ $Ga \wedge \neg Ca$ ’ è vera. Prova ne siano, ad esempio, i casi dei cosiddetti «mis-match» tra le coppie delle basi nucleotidiche;

¹⁰ Sulle difficoltà che il ricorso al calcolo logico nel senso stretto o ad una sua versione adattata all’argomento delle relazioni nomologiche ha comportato per la strategia della “standard view”, rimandiamo al § 2.3 di questo lavoro.

¹¹ Su quest’ultima espressione, cfr., in particolare, A. ROSENBERG, *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, The University of Chicago Press, Chicago 1994.

- (B) *Lo status meramente accidentale delle generalizzazioni empiriche nelle scienze biologiche.* Questo significa che non si danno relazioni nomologiche in quest'ambito scientifico, proprio perché non c'è alcunché nel mondo vivente che necessiti la verità degli enunciati universali corrispondenti. Ciò si spiega con il fatto che tutte le regolarità nel mondo vivente, compresa quella descritta dalla generalizzazione dei «rapporti di Chargaff», sono solo un esito contingente dell'evoluzione¹².

Argomenteremo a favore della tesi che la problematicità specifica delle leggi di natura in biologia non concerne né (A) né (B): come vedremo in seguito, entrambi gli aspetti problematici riguardano in una certa misura anche gli enunciati ritenuti nomologicamente validi negli altri contesti scientifici. Ciò nonostante, riteniamo che si debba mantenere pur sempre l'idea di una difficoltà specifica della questione nomologica, propria del modo in cui essa si presenta nel contesto delle scienze biologiche. A nostro avviso, la si può meglio definire tenendo presente che:

- PUNTO I decidiamo ciò che rappresenta una legge di natura in base alle funzioni epistemologiche fondamentali. Considereremo, in altre parole, 'legge di natura' quell'enunciato universale che soddisfa massimamente le funzioni di spiegazione, predizione ed intervento in un determinato ambito scientifico;
- PUNTO II la problematicità specifica della questione nomologica in biologia non si riduce alla possibilità dell'esistenza delle leggi di natura «vere e proprie» in tale

¹² Su questa posizione, cfr. J. BEATTY, *The Evolutionary Contingency Thesis*, in G. WOLTERS and J. LENNOX (eds), *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences*, University of Konstanz Press, University of Pittsburgh Press, Konstanz-Pittsburgh, PA, 1995, pp. 45-81. Il lavoro di Beatty ha profondamente segnato la storia recente del dibattito sul problema specifico delle leggi di natura in biologia. Per quanto concerne l'analisi dettagliata dell'aspetto problematico (A), di quello (B) e del corrispondente argomento di Beatty, rimandiamo, rispettivamente, ai §§ 2.1 e 2.2.

ambito, poiché, poste le difficoltà riscontrate nella strategia «standard view» e ciò che sosteniamo in (I), non si dà una definizione inequivocabile di legge di natura a questo riguardo;

PUNTO III il problema specifico delle leggi di natura in biologia non può, dunque, riguardare che le ragioni per le quali un certo enunciato universale è in grado di svolgere massimamente le sue funzioni epistemologiche nel corrispondente ambito scientifico; inoltre, deve comprendere le modalità con cui le ragioni in questione specificano lo *status* nomologico di un enunciato.

Ebbene, a questo proposito analizzeremo il caso delle principali generalizzazioni empiriche nella pratica scientifica sperimentale della biologia molecolare, in particolar modo della genetica molecolare. Si cercherà di esplicitare su quali basi venga loro assegnato *status* nomologico, vale a dire le ragioni per le quali le corrispondenti generalizzazioni empiriche soddisfano massimamente le fondamentali funzioni epistemologiche, nel caso del comportamento dei principali gruppi macromolecolari del mondo vivente. Nella soluzione che verrà proposta alla questione riguardante leggi di natura in biologia molecolare, argomenteremo a favore della posizione che chiama in causa l'aspetto sistemico della conoscenza¹³. È proprio la sistemicità della conoscenza, della quale forniremo una versione in stile kantiano, a costituire la caratteristica decisiva, capace di specificare il carattere nomologico di una generalizzazione empirica. Per vedere come effettivamente funzioni l'approccio sistemico nel caso delle principali generalizzazioni empiriche della biologia molecolare, tenteremo di mettere in luce i vari modi in cui l'approccio in questione ridimensiona il ruolo di alcuni criteri nomologici.

¹³ A questo punto precisiamo che intenderemo in seguito l'aspetto sistemico solo in quanto riferito alla questione nomologica e non, invece, in quanto riferito agli altri possibili ambiti di applicazione come, per esempio, quello relativo alla teoria dei sistemi. Su tale argomento, si veda il capitolo 3.

b. L'articolazione della ricerca

La presente ricerca si articola in tre capitoli: nel primo si cerca di delineare la pratica scientifica più rappresentativa del modo in cui il problema delle leggi di natura si presenta nelle scienze biologiche contemporanee. Nel secondo si analizza specificamente il dibattito filosofico sulla questione delle leggi in biologia, proponendo una valutazione delle principali correnti di pensiero. Nel terzo capitolo, infine, presentiamo la nostra soluzione al problema, proponendo una strategia nomologica di tipo kantiano.

Il Capitolo 1, 'Il contesto scientifico. Il caso delle generalizzazioni in biologia molecolare', è diviso ulteriormente in paragrafi principali, nei quali affrontiamo questi temi: definizione delle generalizzazioni principali nella genetica molecolare, che costituiscono i presupposti di base nella pratica scientifica corrispondente (§ 1.1), chiarificazione di alcune questioni che sono implicite nelle generalizzazioni definite e che, dunque, inficiano la corretta formulazione del loro contenuto. Si analizza prima il problema del concetto di informazione genetica, così come esso è formulato nel cosiddetto «dogma centrale» della biologia molecolare (§ 1.2), poi ci si chiede se le generalizzazioni della genetica molecolare appartengono ad un determinato insieme disciplinare delle scienze della natura (§ 1.3) e nell'ultimo paragrafo, si prende in esame il modo in cui si comportano queste generalizzazioni nella pratica scientifica, ossia quali ruoli giochino le generalizzazioni di base della biologia molecolare nei ragionamenti scientifici sperimentali (§ 1.4).

Il Capitolo 2, 'Ci sono leggi biologiche? Storia di un dibattito', verte sul problema dell'esistenza stessa delle leggi di natura in biologia. Come cercheremo di mostrare, questa questione presuppone quella generale di cosa dobbiamo intendere per legge di natura, anzi come vedremo in seguito, per legge di natura «vera e propria». Proprio tale questione si rivelerà decisiva nella valutazione del dibattito.

All'analisi degli argomenti caratterizzanti il dibattito filosofico sulle leggi biologiche sono dedicati i tre paragrafi nei quali si

struttura questo capitolo: da una parte, l'argomento della «standard view» di John J.C. Smart, con il quale si nega l'esistenza delle leggi biologiche e, dall'altra, l'argomento di Michael Ruse che sostiene invece la loro esistenza (§ 2.1); da una parte, gli argomenti che si collocano nella tradizione neodarwiniana - per esempio, l'argomento di Beatty - con il quale si nega (anche se in un modo diverso rispetto a Smart) la possibilità dell'esistenza di leggi di natura «distintamente» biologiche e, dall'altra parte, uno dei controargomenti migliori a questa tradizione nel dibattito, proposto da C. Kenneth Waters (§ 2.2); infine, l'argomento di Mitchell, che apre una prospettiva epistemologica diversa, proponendo un approccio pragmatico al problema delle leggi di natura (§ 2.3).

Il Capitolo 3, 'Verso una soluzione. Una strategia di tipo kantiano per la questione nomologica in biologia molecolare', si suddivide nei seguenti paragrafi: la formulazione della nostra soluzione al problema delle leggi di natura nelle scienze biologiche, in particolare per quel che riguarda il caso dei cosiddetti «principi generali» della biologia molecolare (§ 3.2); una versione specifica della soluzione che Kant dà alla questione delle leggi di natura empiriche (*empirische Naturgesetze*), versione che sta a fondamento della nostra proposta nomologica (§ 3.1).