

DONATO MATASSINO, MARIACONSIGLIA OCCIDENTE,
GIOVANNA VARRICCHIO

NELLA BELLEZZA DELLA COMPLESSITÀ, LA PERFEZIONE DEL CREATO?

1. Introduzione

La nozione di «*bello*» (lat. *pulchrum*; gr. *καλός*) nelle sue diverse accezioni attraversa tutta la storia del pensiero occidentale, come concetto legato a valori estetici, logici, etici e religiosi. Il «*bello*» può essere definito come il *piacevole dei sensi*, l'*utile* o il *corrispondente allo scopo*, il *buono*, il *vero*, l'*idea* o il *suo tralucere*, il *divino* e la *sua epifania*, ma anche l'*armonico*, il *proporzionato*, l'*uno nel molteplice*. L'idea dell'affinità del «*bello*» con il *bene* è: (a) presente nel pensiero di Socrate (470 /469 a.C.–399 a.C.); (b) dominante in Platone nel *Simposio* (IV sec. a. C.) (“*Eros non ha bellezza se dunque è vero che si desidera ciò che non si possiede: Eros è sempre amore e desiderio di eterno possesso del Bene*”)¹; (c) precisata e differenziata, poi, da Aristotele (384–322 a. C.) nella *Metafisica* (cfr. XIII, 3); (d) riaffermata da Plotino (205/203–270 a. C.). Tale idea riemerge nell’etica ed estetica di Shaftesbury (Anthony Ashley Cooper, terzo conte di Shaftesbury, 1671–1713) e influenza, attraverso F. Schiller (1759–1805), tutto il pensiero dei Romantici. La nozione platonica di «*bello*» delineata nel *Fedro* e nel *Simposio* alimenta le discussioni rinascimentali sull’amore, attraverso il classicismo di J. J. Winckelmann (1717–1768), la metafisica di F. W. J. Schelling (1775–1854) e la filosofia di A. Schopenhauer (1788–1860). L’idea del «*bello*» come armonia, proporzione, unità nella molteplicità, di probabile origine pitagorica, sostenuta da Platone e da Aristotele, compare anche nell’estetica di Tommaso d’Aquino, sebbene questi non dedichi al *pulchrum* un’attenzione particolare. Nel «*bello*», esteticamente inteso, l’intelletto scorge gli elementi dell’integrità, compiutezza e perfezione, la proporzione fra le parti, la consonanza con il soggetto e, dunque, una particolare chiarezza e intelligibilità².

1 Platone, *Simposio*, Discorso di Socrate.

2 W. Derske, *Bellezza*, in G. Tanzella-Nitti, A. Strumia (a cura di) *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede. Cultura scientifica, filosofia e teologia*, 2 voll.,

Per P. A. Florenskij (1882–1937), filosofo, matematico e presbitero russo, la *bellezza*, oggetto della sua opera principale, *La colonna e il fondamento della verità*, pubblicata a Mosca nel 1914, è l'espressione gloriosa dell'amore teandrico di Cristo quando è realizzato dal credente. Per Florenskij la *bellezza* indica, quindi, il senso ultimo di tutte le azioni di Dio come la *creazione*, la *rivelazione*, l'*incarnazione*, la *redenzione* e la *glorificazione*³.

Secondo H. U. von Balthasar⁴ (1905–1988) la *bellezza* è ciò che ha a che fare con la forma, tanto che in latino «*bello*» si dice «*formosus*»: «*bello*» è ciò che ha forma, dove la proporzione delle parti rispecchia l'armonia dei numeri del cielo⁵. *Si coglie la forma percependo l'unità interna*. Ciò che ha forma è armonico, ordinato e «*bello*», è *cosmo in opposizione a caos*. Cogliendo la forma è possibile afferrare il principio organizzativo di ogni essere, che è tanto più strutturato quanto più è perfetto⁶.

Nel principio organizzativo di ogni essere vi è ciò che, nella concezione aristotelica, viene definito «*potenza*». La «*potenza*» è la idoneità della materia a svilupparsi in una determinata forma.

L'«*atto*» è la realizzazione di una data «*potenza*» e si concretizza nell'«*entelèchia*», cioè nello stato di perfetta attuazione raggiunto dalla sostanza. Il passare dalla «*potenza*» all'«*atto*» non può essere considerato come un evento «*definitivo*», ma ogni istante del divenire altro non è che l'attuazione di un precedente istante di potenza. Pertanto, tutto ciò che è presente nel cosmo (pianeta terra compreso) può identificarsi con un processo dinamico nel tempo e nello spazio⁷. La bellezza, pertanto, in quanto evento della realtà, è essa stessa il momento olistico di «*potenza*» e «*atto*»,

Urbaniana University Press - Città Nuova Editrice, Roma 2002, pp. 169-181.

- 3 G. Mura, *Florenskij: l'icona e la bellezza*, http://www.urbaniana.edu/uup/autori/mura/testi_on_line/florenskij.htm.
- 4 H. U. von Balthasar, *Herrlichkeit. Eine theologische Ästhetik. I. Schau der Gestalt*; tr. it. *Gloria. Un'estetica teologica. I. La percezione della forma*, Jaca Book, Milano, 1975.
- 5 B. Forte, *I nomi del bello e il mistero di Dio*, Lezione Magistrale tenuta presso il Dipartimento di filosofia dell'Università di Parma, 26 ottobre 2006.
- 6 H. U. von Balthasar, *Herrlichkeit. Eine theologische Ästhetik. I. Schau der Gestalt, op. cit.*; D. Matassino, *Bio-territorio intelligente*, Settimana dell'Innovazione in Alta Irpinia - "Smart Rurality", Calitri (AV), 21 marzo 2014, http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_pubblicazioni_Matassino.pdf.
- 7 D. Matassino, *Etica e Biodiversità*; in Atti VI Convegno Nazionale "Biodiversità: Opportunità di Sviluppo Sostenibile", Bari, 6-7 settembre 2001, Volume 1, pp. 27-44.

quindi intesa non solo come «*forma*» ma anche come «*progetto*» (nel senso di «*potenza*») di bellezza.

D'altra parte, «*la forma*» – scrive H. U. von Balthasar⁸ – «*splende, si dà a conoscere. Per cercare di entrare nel cuore di una persona non si può fare a meno della sua forma, come per gustare un'opera d'arte*». E come un'opera d'arte, la *bellezza* è unicità, armonia delle forme, espressione di un pensiero ma soprattutto è *stupore*. Questo *stupore* è parte costitutiva della natura dell'uomo alle cui radici c'è l'esigenza del «*bello*», del *bene*, del *vero*. L'uomo nasce già custodendo, dentro, il bisogno continuo di *stupirsi*; lo *stupore* tende sempre ad aumentare man mano che la *bellezza* avvolta dal mistero colpisce lo sguardo dell'osservatore consapevole.

Lo «*stupore*» conduce, inevitabilmente, alla «*conoscenza*». H.U. von Balthasar⁹ afferma: «... non è la “*bellezza*” ad averci abbandonato, siamo noi che non siamo più in grado di vederla»¹⁰.

G. Péguy (1873–1914) evidenzia che la scomparsa dello «*stupore*» è dovuta a uno sguardo «*abituato*». B. Forte¹¹ sottolinea che la scomparsa dello «*stupore*» e della capacità di discriminare la «*bellezza*» sollecita la necessità di «*aprirsi a una ritrovata “filocalia”*»¹². Egli, inoltre, afferma che il «*bello*»: (a) *evoca*, non cattura; (b) *invoca*, non pretende; (c) *provoca*, non sazia¹³.

La «*bellezza*», intesa come capacità di evocare «*stupore*» o «*meraviglia*» nell'osservatore, può esprimersi, nell'immediata percezione di chi ne subisce il fascino, a esempio, attraverso le meravigliose sfumature cromatiche di un paesaggio.

La «*simbolica dei colori*» o «*cromoantropologia*»¹⁴ costituisce un aspetto fondamentale nella vita dei popoli (J.W. Goethe, nel 1810, elabora la *farbentheorie* ovvero «Teoria dei colori»). Oggi sono ampiamente riconosciuti i meriti della *cromodiagnostica* e della *cromoterapia*, le quali si rifanno sia a fondamenti psicoanalitici sia a un sapere tradizionale in cui si riflettono sistemi e gerarchie simboliche, liturgiche, araldico-emblematiche e an-

8 H. U. von Balthasar, *Herrlichkeit. Eine theologische Ästhetik. I. Schau der Gestalt*, op. cit.

9 H. U. von Balthasar, *Herrlichkeit. Eine theologische Ästhetik. I. Schau der Gestalt*, op. cit.

10 D. Matassino, *Bio-territorio intelligente*, op. cit.

11 B. Forte, *Lo stupore chiamato per nome*, I luoghi dell'infinito, 181, 2014.

12 *Filocalia*: dal greco, φιλέω = amare e καλεῖν = bellezza; letteralmente, amore della bellezza.

13 D. Matassino, *Bio-territorio intelligente*, op. cit.

14 *Cromoantropologia*: dal greco, χρώμα = colore, ἄνθρωπος = uomo e λόγος = studio.

che alchemiche. Non a caso, il «*paesaggio*» svolge un ruolo insostituibile nel favorire il benessere *fisico, psichico e sociale* dell'uomo grazie al suo effetto ristorativo sulla psiche. Secondo A. Ghersi¹⁵, il «*benessere psichico*» scaturito dal paesaggio sarebbe il frutto di un equilibrio dinamico che l'individuo consegue attraverso le seguenti tre azioni: *abitare, esplorare, contemplare*¹⁶.

L'effetto ristorativo e rilassante della natura può essere ottenuto anche curando la «*prospettiva*» dell'architettura; in tal senso, anche un «*paesaggio urbano*» diventa rilassante se è in grado di indurre un'attenzione non focalizzata bensì diffusa.¹⁷ Questo risultato si può ottenere accrescendo la ricchezza architettonica con l'incrementare gli elementi distinguibili in un edificio; infatti, una schiera di edifici tutti uguali, anche se molto ornati, tende a dare un senso di uniformità, mentre una varietà di edifici semplici accresce la percezione della *complessità*.

L'estetica teologica di H. U. von Balthasar¹⁸ ha l'intento di ristabilire il legame tra la *bellezza* e il *divino*, ma oggi è possibile leggerla anche per restituire alla *bellezza* e quindi all'*arte* una profondità di senso e un valore per la conoscenza e l'esistenza. Un'opera d'arte richiede sempre un atto contemplativo, anche se non rimanda necessariamente a una contemplazione di tipo religioso. Questo tipo di percezione viene definito «*attivo*» da H. U. von Balthasar¹⁹ perché nel manifestare una «*meraviglia*», pone, decide, ogni volta in modo diverso, qualcosa intorno alla realtà. È un atto che, pur diverso dalla scienza, è comunque profondamente ontologico.

La *scienza* è parte della cultura, tanto quanto lo sono l'*arte* e la *religione*. Esse non vanno considerate estranee o nemiche ma devono piuttosto sostenersi e stimolarsi l'un l'altra. Che ciò sia possibile, lo mostra proprio la storia della scienza e la portata che in essa hanno avuto i criteri di *bellezza, semplicità ed eleganza*. Non sorprende, pertanto, che questi tre diversi ambiti, supposti erroneamente separati, possano intrecciarsi anche

15 A. Ghersi, *Paesaggi terapeutici (Therapeutic landscapes)*, Alinea, Firenze, 2007.

16 D. Matassino, *Bio-territorio intelligente, op. cit.*

17 G. Sabato, *Il benessere e la città*, in «Mente e cervello», 103, 2013, p. 36; D. Matassino, *Bio-territorio intelligente*, Settimana dell'Innovazione in Alta Irpinia - «Smart Rurality», Calitri (AV), 21 marzo 2014, http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

18 H. U. von Balthasar, *Herrlichkeit. Eine theologische Ästhetik. I. Schau der Gestalt, op. cit.*

19 H. U. von Balthasar, *Herrlichkeit. Eine theologische Ästhetik. I. Schau der Gestalt, op. cit.*

nei loro «giochi linguistici»; la *bellezza* è evocata: nella *cultura* che riesce a reclamare opere di una grande bellezza, nella *poesia* che esprime la bellezza attraverso un meraviglioso linguaggio di parole mai superflue, nelle *equazioni di Maxwell* che rappresentano eloquenti gioielli di bellezza matematica, nell'*opera di Newton* con la quale egli riconosceva la semplicità del Creatore. Sono, queste, tutte «meraviglie» che fanno «meravigliare» l'uomo!²⁰

Quindi, non solo l'arte, ma anche la scienza deriva dall'*osservazione* e dallo *stupore*. A. Einstein²¹ afferma che il sentimento religioso dello scienziato

consiste nell'ammirazione estasiata delle leggi della natura; gli si rivela una mente così superiore che tutta l'intelligenza messa dagli uomini nei loro pensieri non è al cospetto di essa che un riflesso assolutamente nullo [...]. La più bella sensazione è il lato misterioso della vita. È il sentimento profondo che si trova sempre nella culla dell'arte e della scienza.

Stupore, contemplazione, estasi di fronte alla *bellezza* della realtà: questi sono gli sproni che inducono il «vero uomo di scienza» a ricercare le leggi che descrivono (cioè dicono il «come», ma non il «perché») quell'*ordine* e quell'*armonia* che tralucono dal Creato. Senza la certezza di un ordine nascosto non vi sarebbe ricerca.

2. La «bellezza» dei «viventi», «meraviglia» del mondo biologico

La forma più alta di espressione della «bellezza», principalmente intesa quale «stupore» e «meraviglia» è il «sistema vita».

Il «sistema vita» si può riferire, in prima istanza, al mondo vivente, in seconda istanza a tutte quelle caratteristiche peculiari, le quali si possono rintracciare in altri sistemi (*materiali e immateriali*): sistemi *sociali, psichici, culturali, mentali*, ecc..

Ma in cosa è insita la *bellezza* del «sistema vita»? Qual è lo *stupore* che tale sistema è in grado di *suscitare*, sempre, da milioni e milioni di anni? Probabilmente, la risposta è da ricercare nella «*complessità*» pur nella «*semplicità*» del suo manifestarsi, *semplicità* a partire dall' «*atomo*»

20 W. Derske, *Bellezza*, in G. Tanzella-Nitti, A. Strumia (a cura di) *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede. Cultura scientifica, filosofia e teologia*, op. cit.

21 A. Einstein, *Religion and Science*, in *The World as I see it*, Phylsophical Library, 1949.

vivente, cioè dalla struttura più semplice e più piccola che possa mostrare ancora i caratteri del «vivente».

P. Levi, in «*Storia di un atomo di carbonio*»²², esalta la *bellezza* dei processi *naturali* evidenziandone la apparente *semplicità* con la quale essi si mostrano, mascherando la *complessità* dei sofisticati meccanismi che inter-relazionano il mondo *chimico-fisico* con quello *biologico*:

Un certo atomo di carbonio... giace da centinaia di milioni di anni, legato a tre atomi di ossigeno e a uno di calcio, sotto forma di roccia calcarea: ha già una lunghissima storia cosmica alle spalle... il banco calcareo di cui l'atomo fa parte giace... alla portata dell'uomo... che, con un colpo di piccone lo spaccò e gli diede l'avvio verso il forno a calce... venne arrostito finché non si separasse dal calcio e lui, fermamente abbarbicato a due dei suoi tre compagni ossigeni... uscì per il camino e prese la via dell'aria... fu colto dal vento, abbattuto al suolo, sollevato a dieci chilometri... respirato da un falco, discese nei suoi polmoni... e fu espulso. Si sciolse tre volte nell'acqua del mare, una volta nell'acqua di un torrente in cascata, e ancora fu espulso. Viaggiò col vento... poi incappò nella cattura e nell'avventura organica... L'atomo di cui parliamo, accompagnato dai suoi due satelliti che lo mantenevano allo stato di gas, fu dunque condotto dal vento... lungo un filare di viti. Ebbe la fortuna di rasentare una foglia, di penetrarvi e di essere inchiodato da un raggio di sole. Entra nella foglia, collidendo con altre innumerevoli molecole di azoto e ossigeno. Aderisce a una grossa e complicata molecola che lo attiva e simultaneamente riceve un pacchetto di luce solare: in un istante viene separato dal suo ossigeno, combinato con idrogeno e inserito in una lunga catena, quella della vita.

Secondo la «*teoria cellulare*», proposta da J. Schleiden e T. Schwann nel biennio 1838-1839, la cellula è l'*unità*, l'*individualità morfologica e funzionale* della materia vivente; ogni essere vivente è formato da una o più cellule; tutte queste cellule derivano da una cellula iniziale per divisioni successive; ogni cellula deriva dalla divisione di una cellula preesistente. Considerando la cellula, un sistema a livello *atomico* o *molecolare*, si può dedurre che i fenomeni fondamentali della vita, in particolare quelli legati al genoma, sono di tipo *bio-chimico-fisico* e che le basi funzionali di ogni essere vivente stanno nel «*metabolismo*», genericamente inteso come una rete assai intricata di *fenomeni bio-chimico-fisici*.

La cellula, anche alla luce dell'importanza delle componenti subatomiche e dei sofisticati fenomeni biofisici e bioenergetici che in essa si veri-

22 P. Levi, *Il Sistema periodico*, Einaudi, 1975.

ficano in chiave dinamica variabile nel tempo e nello spazio, può essere intesa come un sistema dalla complessità «irriducibile» e «infinita».²³

Secondo la «*Teoria della Coerenza Elettrodinamica Quantistica*», il funzionamento della cellula dipende da interazioni meccaniche a energia continua, nonché da flussi elettrici ed elettrochimici; cellule e tessuti, interconnessi da biofotoni (termine coniato da F.A. Popp nel 1981 per sottolineare il fatto che nell'emissione di fotoni da parte di un organismo vivente è contenuta una serie di bioinformazioni relative a processi fisici), costituiscono il sistema vivente.²⁴

Le straordinarie *armonia* e *bellezza* delle innumerevoli forme di espressione del *sistema vivente* destano *meraviglia* anche in virtù del *mistero* che, in modo velato eppur percepibile, si intuisce essere presente dietro la loro *complessità*. È possibile ipotizzare che l'attrazione verso queste meraviglie della natura non sia del tutto casuale ma scaturisca da un fattore nascosto che sottende a queste e a infinite altre strutture, nonché a fenomeni dell'universo, e che, in virtù dell'ormai assodato principio quantistico dell'*entanglement*, ossia dell'indissolubile interconnessione esistente tra tutte le cose della Natura, risiede anche nell'Uomo.

La *bellezza* è anche nella *perfezione* del sistema vivente? Non si può fare a meno di rimanere stupiti di fronte all'armonia e all'incredibile geometria delle forme di espressione del sistema vivente e sorgono spontanei interrogativi sulla genesi di questa perfezione, sia che si attribuisca a pura casualità sia che si ritenga scaturire dall'impulso di un misterioso programma presente in Natura.

Pur sostanzialmente diverse per costituzione, le forme del sistema vivente rivelano un denominatore comune che determina quella particolare e unica disposizione dei loro elementi di base secondo un preciso rapporto numerico. Sin dall'antichità a questo valore è stato dato il nome di *sezione aurea* o *proporzione divina* proprio per la *perfezione*, connotato appunto ultraterreno, che era in grado di esprimere. È sostanzialmente un rapporto

23 D. Matassino, A. Di Luccia, C. Incoronato, M. Occidente, *Biodiversità Prospettiva Alcune riflessioni epistemologiche ed ermeneutiche (I Parte)*, ARS, 128, pp. 23-28, 2011, http://www.istitutobioetica.org/global_bioethics/bioetica_ambientale/bio_ambientale.htm); http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

24 D. Matassino, M. Occidente, M. Serluca, G. Varricchio, *Alcune riflessioni sulle strategie biologiche dell'acqua quale potenziale "chiave di lettura della vita"?*, in Atti 3° Meeting Internazionale di Bioetica della Biosfera "H2O-acqua e acque profili sociali, economici ed etici di un bene ambientale", Isernia 21 giugno 2014, *in press*.

matematico che si identifica nel ϕ (*phi*) greco equivalente al valore numerico di 1,618... e scaturisce dalla Serie di Fibonacci, serie aritmetica costruita semplicemente partendo dalla coppia 1, 1 e sommando i due numeri naturali precedenti: 1 1 2 3 5 8 13 ...²⁵

La costruzione è estremamente semplice, ma ciò che la rende *speciale* è il rapporto tra due numeri consecutivi della successione ($8/5 = 1,6$; $13/8 = 1,625$; $21/13 = 1,615\dots$) che, al crescere di n tende proprio al *Rapporto Aureo*, *proporzione perfetta*. In particolare, due lunghezze A e B, dove B è maggiore di A, si dicono in *Rapporto Aureo* se $A/B = B/(A+B)$.²⁶

Anche la molecola piú semplice, come la molecola d'acqua, formata da un atomo di ossigeno e da due atomi di idrogeno, è pur sempre un riflesso della *perfezione* e della *bellezza* del creato anche in virtù della sua struttura molecolare: l'acqua non avrebbe le proprietà fisiche che ha se l'angolo tra gli atomi di idrogeno nella configurazione spaziale della molecola fosse diverso dai circa 104° .²⁷ La «*bellezza*» è nello «*stupore*» che suscita lo scoprire che l'accrescimento di un cristallo di neve avviene attraverso un processo di sviluppo delle sue ramificazioni che aderisce perfettamente all'angolazione aurea che è pari a $137,5$ gradi!²⁸

La «*bellezza*» è anche nello «*stupore*» che suscita lo scoprire che la molecola che dà origine alla vita, il DNA, rispetta questa perfezione: il DNA è costituito da due eliche perpendicolari che si intrecciano a spirale e la lunghezza della curva in ciascuna di queste eliche è 34 \AA mentre la larghezza è 21 \AA , laddove questi numeri appartengono proprio alla serie di Fibonacci.²⁹

Con l'applicazione dei metodi della fisica quantistica allo studio della molecola «DNA», E. Schrödinger³⁰ amplia la percezione della «*bellezza*» e dello

25 D. Matassino, M. Occidente, M. Serluca, G. Varricchio, *Alcune riflessioni sulle strategie biologiche dell'acqua quale potenziale "chiave di lettura della vita"?*, op. cit.

26 <http://www.lidimatematici.it/>.

27 D. Matassino, M. Occidente, M. Serluca, G. Varricchio, *Alcune riflessioni sulle strategie biologiche dell'acqua quale potenziale "chiave di lettura della vita"?*, op. cit.

28 L'*angolo aureo* è l'angolo avente rispetto all'angolo giro lo stesso rapporto che si ha nella sezione aurea. Il valore numerico dell'angolo aureo, in gradi, è $137,51$. Si tratta di un preciso angolo le cui funzioni trigonometriche del coseno e tangente danno luogo allo stesso valore che si approssima a quello del «quarto della circonferenza», uno dei diversi itinerari matematici empirici per arrivare allo scopo della ricercata «quadratura del circolo»; [www. Wikipedia.it](http://www.Wikipedia.it); [www. fmboschetto.it/](http://www.fmboschetto.it/).

29 <http://www.shan-newspaper.com/>.

30 Schrödinger E., *What is the life?*, Cambridge University Press, 1944 (tr. it. *Cos'è la vita?*, Adelphi, Milano 1995).

«stupore» che tale forma di *autorganizzazione* suscita, fornendo un supporto teorico alla nuova *dimensione fisica del sistema vivente*; egli, partendo dal modello molecolare di M. L. H. Delbrück (1906-1981), dopo una stima della dimensione del «*segmento di DNA codificante polipeptide/i*» («*gene*») in termini di numero di atomi, ritiene che l'unica modalità «*sufficientemente stabile*» per tenere insieme gli atomi è che essi si *autorganizzino* sotto forma molecolare;³¹ in particolare, E. Schrödinger³² ipotizza che, alla base del «*misterioso*» meccanismo che permette alle cellule di riprodursi uguali a se stesse, deve esserci una struttura stabile e replicabile fatta di elementi ripetuti assimilabile a un «*cristallo aperiodico*» non totalmente ordinata e prevedibile, ma basata su una sequenza variabile tale da poter codificare grandi quantità di informazioni. Questa forma di «*aperiodicità*» dovrebbe contenere una sorta di «*codice microscopico*» capace di controllare l'ontogenesi. In altre parole, l'ipotesi più affascinante di E. Schrödinger sta nel ritenere il «*segmento di DNA codificante polipeptide/i*» («*gene*») un cristallo aperiodico formato da una sequenza di elementi isomerici che costituiscono il codice ereditario.³³

L'ipotesi formulata da E. Schrödinger, in base alla quale il DNA può essere assimilato a un «*cristallo aperiodico*», è avallata anche da recenti ricerche che evidenziano come, partendo da soluzioni concentrate di «*brevi oligomeri di DNA*» (contenenti poche paia di basi), in presenza di polietilenglicole (PEG), quale agente di condensazione, e in determinate condizioni di pressione osmotica all'interno della soluzione, si formino «*microdomini di cristalli liquidi*» i quali fungono da modelli fisici per innescare reazioni selettive tra i gruppi terminali degli oligomeri di DNA. I nuovi legami formati tra gli oligomeri di DNA risultano, inoltre, stabilizzati dalla struttura ordinata acquisita dal fluido in seguito alla formazione dei «*microdomini di cristalli liquidi*». Si innesca, pertanto, un ciclo autocatalitico nel quale la formazione di nuove strutture liquido cristalline favorisce la crescita ulteriore delle catene di DNA, fino a lunghezze biologicamente rilevanti. Questa scoperta apre un ampio scenario nel quale individuare l'origine abiotica degli acidi nucleici.³⁴

31 E. Schrödinger, *What is the life?*, *op. cit.*

32 E. Schrödinger, *What is the life?*, *op. cit.*

33 D. Matassino, M. Occidente, M. Serluca, G. Varricchio, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il "benessere psichico-fisico" del sistema "uomo"*, Workshop "Scienza delle produzioni animali e Medicina umana per una società in salute", Napoli 6 giugno 2014, http://aspa.unites.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

34 <http://www.shan-newspaper.com/>; T. P. Fraccia, G. P. Smith, G. Zanchetta, E. Paraboschi, Yi Youngwoo, D. M. Walba, G. Dieci, C. A. Noel, T.P. Bellini,

La meravigliosa molecola del DNA, espressione suprema della «bellezza» del creato, possiede sistemi di auto-riparazione³⁵, fondamentali per la sua *dinamicità*, nel tempo e nello spazio.

Un *primo meccanismo*, oggi chiamato «*Riparazione per escissione di basi*» (*Base Excision Repair, BER*), permette di sostituire singole basi danneggiate per effetto di errori avvenuti durante il processo replicativo, o più spesso basi anomale formatesi o per «*tautomerizzazione*», o per «*deaminazione*» o per «*alchilazione*».³⁶ Questo meccanismo è privo di errori e avviene grazie alla cooperazione di numerosi enzimi tra cui la *DNA glicosilasi* e la *DNA polimerasi I*, che rispettivamente riconoscono la base e inseriscono quella corretta.

Un *secondo meccanismo*, la «*riparazione per escissione di nucleotidi*» (*Nucleotide Excision Repair, NER*), è un sistema ad alta efficienza che non comporta errori e che permette, a differenza del BER, di riparare regioni di DNA danneggiate più estese. Questo meccanismo agisce per esempio sui cosiddetti dimeri di timina; questi ultimi consistono in un'anomala unione di due residui di timina e rappresentano un tipico fotoprodotto generato dai raggi UV. Il processo di riparazione può avvenire in contemporanea alla replicazione del DNA ed è estremamente importante per scongiurare la comparsa di malattie ereditarie, quali lo Xeroderma Pigmentoso e la Sindrome di Cockayne, entrambe caratterizzate da una forte fotosensibilità e da tumori alla pelle, dovuti proprio ad alterazione nei sistemi di riparazione del DNA.

Abiotic ligation of DNA oligomers template by their liquid crystal ordering, in «Nature Communications», 6, 6424, 2015; D. Matassino, M. Occidente, M. Serluca, G. Varricchio, *Alcune riflessioni sulle strategie biologiche dell'acqua quale potenziale "chiave di lettura della vita"?*, op. cit.

35 T. Lindahl, *My Journey to DNA Repair*, in «Genomics Proteomics Bioinformatics», 11, 2013, pp. 2-7; L. A. Lindsey-Boltz, M.G. Kemp, J. T. Reardon, V. De Rocco, R. R. Iyer, P. Modrich, A. Sancar, *Coupling of Human DNA Excision Repair and the DNA Damage Checkpoint in a Defined In Vitro System*, in «Biol Chem.», 289(8), 2014, pp. 5074-5082.

36 Trattasi di eventi che avvengono spontaneamente e possono essere causa di mutazioni se non riparati per tempo. La «*tautomerizzazione*» consiste nel trasferimento di un protone o di un atomo di idrogeno (*tautomeria prototropica*) o di un gruppo idrossilico (*tautomeria aniotropica*) all'interno di una molecola con formazione di strutture isomere, in equilibrio tra loro, le quali differiscono per la posizione relativa dei loro atomi. La «*deaminazione*» consiste nella perdita di un gruppo amminico da parte della citosina e della 5-metilcitosina, con formazione, rispettivamente, di uracile e di timina. L'«*alchilazione*» è una qualsiasi reazione che porta all'aggiunta di un gruppo alchilico (-CH₃, -CH₂CH₃, -R ecc.) a una molecola di guanina.

Un *terzo meccanismo* di riparazione, che interviene quando le cellule tentano di correggere gli errori che avvengono durante la replicazione del DNA, è noto come «*riparazione degli appaiamenti errati*» (*Missmatch Repair, MMR*). Esso riduce la frequenza di errore durante la replicazione di circa mille volte e un suo malfunzionamento è responsabile, a esempio, di una variante ereditaria di cancro del colon.

In generale, questi meccanismi di *autoriparazione* del DNA rientrano in quella capacità di *auto-organizzazione*,³⁷ caratteristica del *sistema vivente*, che conferisce al sistema stesso una dimensione in più la quale esalta la «*complessità*» interna allo scopo di migliorare la «*capacità al costruttivismo*».³⁸ L'*autoorganizzazione* e l'*epigenetica* sono imprescindibili

37 D. Matassino, N. Castellano, G. Gigante, M. Grasso, C. Incoronato, F. Inglese, M. Occidente, F. Pane, P. Petrillo, G. Varricchio, A. Di Luccia, *Report on the 'Omic Science'*, 13th Workshop for European National Co-Ordinators for the Management of Farm Animal Genetic Resources, Dublino, 25 agosto 2007, www.rfp-europe.org; <http://aspa.altervista.org/>; link: archivio Prof. Donato Matassino.

38 *Capacità al costruttivismo*: indica che la comparsa di nuovi fenotipi, per quanto imprevedibile, non è una produzione dal nulla, ma una trasformazione di precedenti potenzialità grazie alla quale gli organismi partecipano attivamente alla costruzione del microambiente in cui vivono (D. Matassino, *Biotechologie innovative delle produzioni animali*, Convegno CNR-Ente Fiera del Levante, III Sessione - AgroBiotecnologie, Bari, 10 settembre 1989, Mimeografato). Nel corso dell'evoluzione gli organismi *si modificano geneticamente e fenotipicamente* fino a instaurare con l'ambiente in cui agiscono e operano un rapporto vitale in grado di realizzare la massima «*fitness*» o «*idoneità biologica*»; quest'ultima può essere interpretata come «*misura di sopravvivenza e di riproduzione*» (T. Dobzhanski, *Genetics of the evolutionary process*, Columbia University Press, New York, 1970; J.F. Crow, M. Kimura, *An introduction to population genetics theory*, Harper and Row, New York, 1970; R.C. Lewontin, *Biologia come ideologia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993; J. Maynard Smith, *The origin of altruism*, in «*Nature*», 393, 1998, pp. 639-640). Il concetto di «*capacità al costruttivismo*» è connesso a quello di «*ereditarietà ecologica*» (*ecological inheritance*). Ciò implica che le «*sorti evolutive delle varie specie sono indissolubilmente intrecciate tra loro in fitte trame «coevolutive»*». Pertanto, *in chiave ecologica*, sarebbe preferibile passare dal concetto di «*evoluzione della specie*» a quello di «*evoluzione delle interazioni tra specie*» o, meglio, a quello di «*mosaico geografico di co-evoluzione*» [F.J. Odling-Smee, K.N. Laland, M.W. Feldman, *Niche construction: the neglected process in evolution*, Princeton University Press, Princeton 2003; F. MORGANTI, *Recensione del volume "Niche construction: the neglected process in evolution"*, Odling-Smee F.J., Laland K.N., Feldman M.W. (a cura di), Princeton University Press, Princeton, p. 468. <http://www.syzetesis.it/Recensioni2009/nicheconstruction.htm>; T. Pievani, *Quando l'evoluzione è un mosaico*, in *Le Scienze*, agosto 2013 pp. 18-19; J.N. Thompson, *Relentless evolution*, University of Chicago Press, Chicago 2013, p. 509; D. Matassino, M.

bili dai concetti di «*canalizzazione dello sviluppo*» e di «*paesaggio epigenetico*» di C. H. Waddington.^{39, 40} I vari «*caratteri*» o «*manifestazioni fenotipiche*» di un organismo vivente sono ampiamente sottoposti all'effetto di una diversificata serie di «*vincoli*» («*constraints*») che, indubbiamente, interagiscono con la «*selezione*», sia essa naturale che antropica. D'accordo con M. Sarà,⁴¹ la relazione tra «*selezione*» e «*constraint*» è *reciproca*; questa *reciprocità* può condurre al sorgere di nuovi «*fenotipi ereditabili*», nel senso che questi fenotipi sono il risultato sia dell'«*estrinsecazione*» del loro genoma sia del loro «*epigenoma*». ⁴²

L'«*autoorganizzazione*» è uno degli argomenti più importanti (forse *portante*) della «*biologia teorica*» contemporanea. Secondo L. Galleni,⁴³ alla luce dell'«*autoorganizzazione*», della «*canalizzazione*» e del «*paesaggio epigenetico*», la selezione naturale sceglierebbe tra tutte le strutture teoricamente possibili quelle «*ordinate*» la cui formazione è più probabile perché determinata da fenomeni «*canalizzati*» o «*canalizzabili*»; in termini di «*accensione*» o di «*spegnimento*» di «*segmenti di DNA codificanti polipeptidici*» («*geni*»), la selezione sceglierebbe tra le possibili interazioni tra «*geni*» quelle realizzabili grazie all'«*autoorganizzazione*» verso attrattori determinati da quantità di «*segmenti di DNA codificanti polipeptidici*» («*geni*») che interagiscono e qualità delle loro interazioni.⁴⁴

La «*biologia in silico*» consente di simulare fenomeni di *autoorganizzazione* con la generazione di «*automi cellulari*», di cui il «*gioco della vita di Conway*» e la «*formica di Langton*» sono due esempi principali. L'«*autoorganizzazione*» può essere altresì paragonata alla proprietà degli atomi

Occidente, G. Varricchio, *Vegetarianismo: unica scelta possibile per una corretta nutrizione?*, in: Mimesis Quaderni di Bioetica n. 4 (nuova serie) 'Bioetica, Ambiente e Alimentazione per una nuova discussione', F. Del Pizzo, P. Giustiniani, (a cura di), Mimesis Edizioni, Milano-Udine, 2014, pp. 89-138].

39 C. H. Waddington, *Canalization of development and the inheritance of acquired characters*, in «*Nature*», 150, 1942, pp. 563-565.

40 C.H. Waddington, *The Epigenetics of birds*, Cambridge: Cambridge University Press, 1953.

41 M. Sarà, *Innovation and specialization in evolutionary trends*, in «*Riv. Biol./Biol Forum*», 91, 1998, pp. 247-272.

42 D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia, C. Incoronato, F. Inglese, D. Marletta, M. Occidente, P. Roncada, *Genomica e proteomica funzionali*, in I Georgofili – Quaderni 2006 – I, Società Editrice Fiorentina, 2007, pp. 201-354.

43 L. Galleni, *Darwin, Teilhard de Chardin e gli altri... le tre teorie dell'evoluzione*, Felici Editore, Pisa, 2011.

44 D. Matassino, G. Varricchio, M. Serluca, M. Occidente, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il "benessere psichico-fisico" del sistema "uomo"*, *op. cit.*

di combinarsi in una molecola per «*finalità collettive*» diverse; esisterebbe, cioè, una vera e propria «*empatia*» tra atomi i quali, combinandosi nella formazione di una molecola, acquisiscono proprietà «*funzionali*» che non posseggono nel loro stato di atomi «*isolati*». ⁴⁵

L'«*autoorganizzazione*» è strettamente connessa alla «*complessità*»; nell'oggetto «*complesso*» vi sono sia relazioni che vanno dal basso verso l'alto, sia quelle con percorso inverso. L'oggetto complesso influisce sull'evoluzione delle sue parti. Un comportamento «*complesso*» non è proprietà della singola entità e non può essere dedotto da quello di una entità di livello più basso. Per approfondimenti su alcuni aspetti della «*complessità*» si rimanda a D. Matassino. ⁴⁶

Come riportato da D. Matassino et al., ⁴⁷ la «*complessità*» è una delle parole «*chiave*» di P. T. de Chardin (1881÷1955), il quale è ben conscio delle difficoltà epistemologiche in merito alla discussione e alla definizione della «*complessità*». La «*complessità sarebbe la direzione privilegiata verso cui si muove l'evoluzione*»; il «*muoversi verso*» è il principio fondamentale del progetto theillardiano. Secondo P. T. de Chardin, la «*complessità*» ⁴⁸ potrebbe rappresentare un collegamento importante tra «*biologia*» e «*fisica*». Egli, infatti, descrive il fenomeno dell'evoluzione come un continuo processo di «*complessificazione*» che, a partire da elementi semplici come «*atomi*» e «*molecole*», porta alla costituzione di soggetti sempre più «*complessi*» che acquistano la loro peculiarità di individui (cioè soggetti non divisibili) grazie a processi di interazione che permettono l'«*emergenza*» di proprietà d'insieme che non compaiono nei costituenti più semplici. L'innovatività di P. T. de Chardin sta nell'includere nel processo di «*complessificazione*» l'uomo nella sua essenza integrale fisica, psichica e sociale. ⁴⁹

45 D. Matassino, G. Varricchio, M. Serluca, M. Occidente, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il "benessere psichico-fisico" del sistema "uomo"*, *op. cit.*

46 D. Matassino, *Etica e biodiversità*, *op. cit.*

47 D. Matassino, G. Varricchio, M. Serluca, M. Occidente, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il "benessere psichico-fisico" del sistema "uomo"*, *op. cit.*

48 P. T. De Chardin definisce la «*complessità*»: «...la combinazione – cioè quella forma particolare e superiore di raggruppamento le cui proprietà sono di legare su di sé un numero fisso di elementi (pochi o tanti non importa, con o senza l'apporto ausiliare di aggregazione e ripetizione) – in un insieme chiuso, di raggio determinato: tali sono l'atomo, la molecola, la cellula, il metazoo, ecc.».

49 L. Angeloni, *Stabilità e complessità. Una rilettura della teoria evoluzionistica di Teilhard de Chardin sulla base delle moderne acquisizioni scientifiche*, Convegno

P. T. de Chardin⁵⁰ ipotizza la cosiddetta «*curva naturale della complessità*» ove la «*vitalizzazione*»⁵¹ e l'«*ominizzazione*»⁵² costituiscono i due punti chiave; oltre l'uomo, la «*complessità*» raggiunge il suo massimo a livello «*planetario*» prima con la «*biosfera*» e poi con la «*noosfera*»;⁵³ quest'ultima rappresenterebbe la «*sfera pensante*» che si aggiunge alla biosfera. Con l'«*ominizzazione*» si raggiunge l'espressione più alta della «*cerebralizzazione*» [si stimano circa 86 miliardi di neuroni⁵⁴ e 1 milione di miliardi (10^{15}) di sinapsi]. Tale «*cerebralizzazione*» conferisce alla specie umana capacità uniche: *linguaggio, autocoscienza, pensiero astratto, intenzionalità e illimitata capacità di interazione con l'ambiente e con i propri simili.*

Nell'ambito della «*cerebralizzazione*» si inserisce una delle funzioni vitali per l'Uomo: il sonno. Il meraviglioso orizzonte, che si apre ai nostri occhi alla luce di un recente studio,⁵⁵ mostra quanto *stupore* susciti la conoscenza di un atto: quello del «*dormire*» così apparentemente *semplice* in

“Scienza e Teologia: Teilhard de Chardin pensatore universale un bilancio del cinquantenario (1955-2005), Pisa 1-2 dicembre 2006.

50 P.T. De Chardin, *Il posto dell'uomo nella natura*. Il Saggiatore, Milano, 1970.

51 *Vitalizzazione*: comparsa della vita quale costruzione metodica, continuamente ampliata, di un edificio sempre più improbabile; tale costruzione si baserebbe su una fisica che perviene a integrare «*l'uomo in una rappresentazione coerente del mondo*»; pertanto, nel mondo organico si riflette l'uomo quale *fenomeno centrale* del processo di *vitalizzazione*, nel senso che (a) «*l'uomo è il centro di edificazione dell'universo*»; (b) «*il valore cosmico della terra è nello spirito umano*» (S. Maggi, *Pierre Teilhard De Chardin: il pensiero e le interpretazioni*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, Facoltà di Lettere e Filosofia, Anno Accademico 2004-2005).

52 *Ominizzazione*: origine dell'uomo; un punto focale del processo di «*ominizzazione*» è la differenza tra l' *essere umano* e l' *animale* basata sulla «*coscienza*»; la presenza di una «*interiorità riflessa*» conferisce al *genere umano* la possibilità di compiere passi impossibili per gli altri esseri viventi (S. Maggi, *Pierre Teilhard De Chardin: il pensiero e le interpretazioni, op. cit.*).

53 *Noosfera* (νόους - νόυς = mente e σφαῖρα - αἶς = sfera): nella teoria originale di V. Vernadskij (1863÷1945), la *noosfera* è la terza fase dello sviluppo della Terra, successiva alla *geosfera* (materia inanimata) e alla *biosfera* (vita biologica); per P. T. de Chardin, la *noosfera* è una sorta di «*coscienza collettiva*» degli esseri umani che scaturisce dall'interazione fra le menti umane.

54 F.A. Azevedo, L.R. Carvalho, L.T. Grinberg, J.M. Farfel, R.E. Ferretti, R.E. Leite, F.W. Jacob, R. Lent, S. Herculano-Houzel, *Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain*, in *J Comp Neurol*, 513(5), 2009, pp. 532-41; stime precedenti riportavano circa 100 miliardi di neuroni (10^{11}); aggiornamenti importanti su tali cifre deriveranno dai risultati del *Progetto sul Connettoma umano [Human Connectome Project (HCP)]* avviato nel 2013.

55 G. Tononi, C. Cirelli, *La funzione del sonno*, in «*Le Scienze*», 542, 2013.

quanto *naturale*, ma altrettanto *complesso* nei meccanismi che lo regolano. In questo studio si ipotizza che l'attività del cervello, nel sonno, riporti al livello basale, i miliardi di connessioni neurali modificate dagli eventi della veglia. Secondo gli Autori dello studio, il sonno preserverebbe la capacità dei circuiti cerebrali di formare nuovi ricordi per tutta la vita, senza saturarsi e, senza cancellare quelli precedenti. Il ritorno al livello basale sembrerebbe derivi dall'indebolimento dei collegamenti tra i neuroni attivi nel sonno e non, come la maggior parte dei neuroscienziati sostiene, e da un rafforzamento delle connessioni neurali coinvolte nell'archiviazione dei nuovi ricordi.

Gli strabilianti progressi in ambito scientifico e tecnico consentono di mettere in luce sempre più numerose espressioni della *bellezza*, in quanto «*meraviglia*», principalmente nel mondo della *biologia* e della *biomeccanica*. Gli eventi che destano «*meraviglia*» sarebbero infiniti, ma se ne ricordano solo alcuni. A esempio, l'emergente e sofisticata tecnica delle «*pinzette ottiche*», permettendo di studiare direttamente il comportamento di singole molecole, le cui dimensioni sono comprese tra circa 1 e 10 millesimi di millimetro, ha reso possibile evidenziare una *meravigliosa* realtà: ogni molecola, le cui dimensioni appartengono al sopraccitato *range*, si comporta in modo più o meno diverso dalle altre, cioè è una entità a sé stante. In questo *range* dimensionale, al quale appartiene anche la molecola del DNA, le macromolecole, anche se sono costituite dagli stessi tipi di atomi, non possono essere considerate identiche. In un qualsiasi istante, a causa del bombardamento continuo delle molecole circostanti, è probabile che la precisa struttura spaziale di una data molecola «*gigante*» sia differente da quella delle sue vicine. Cambiamenti in una ripiegatura o in un avvolgimento si traducono in variazioni anche rilevanti del comportamento di ogni molecola. Una delle prime proteine studiate in dettaglio con le *pinzette ottiche* è stata la *chinesina*, una proteina motrice, che possiede la capacità di produrre movimenti e applicare forze dell'ordine dei piconewton. Il movimento della *chinesina* avviene lungo filamenti proteici (actina o microtubuli), che fungono da strade sulle quali i *motori molecolari* «*camminano*» a passi nanometrici. L'energia necessaria a svolgere tale lavoro è usualmente fornita da una molecola di ATP⁵⁶, la quale si lega alla

56 L'ATP (adenosina trifosfato) è costituita da una molecola di adenina e una di ribosio (zucchero a 5 atomi di carbonio) a cui sono legati tre gruppi fosforici mediante legami ad alta energia; tali legami possono essere scissi per mezzo di una reazione di idrolisi, dalla quale originano: una quantità di energia, pari a circa 34 kJ per mole (circa 7,5 Kcal), una molecola di adenosina difosfato (ADP) e un gruppo fosfato; l'idrolisi totale forma invece una molecola di adenosina

chinesina, già agganciata al binario di tubulina. La formazione del legame provoca un cambiamento della forma, quindi del modo in cui la molecola è agganciata al binario e, di fatto, fornisce l'energia che le permette di sollevare un piede per poi spostarlo in avanti. Con questi spostamenti il piede esaurisce l'energia e si riaggancia alla tubulina, un passo più in là lungo l'impalcatura. Poi il ciclo si ripete, questa volta con l'altro piede. È così che, a passi strascicati, alimentato dall'ATP, il «*camion chinesina*» procede gradualmente verso la propria destinazione⁵⁷ (figura 1).



Figura 1. Locomozione della chinesina lungo un binario costituito da tubulina. 58

Nell'ambito della fisiologia cellulare non andrebbe trascurato, per la sua unicità, il fenomeno del *trafficking* (trasporto) delle *proteine sintetizzate*, le quali debbono essere veicolate dall'RER (reticolo endoplasmatico ruvido)

monofosfato e due gruppi fosfato. Una volta scissa, l'ATP viene sintetizzata nuovamente mediante reazioni di fosforilazione dell'ADP (<http://www.my-personaltrainer.it/ATP.htm>).

57 J. D. Kenneth, J. W. Driver, A. R. Rogers, P. E. Constantinou, M. R. Diehl, *Two Kinesins Transport Cargo Primarily via the Action of One Motor: Implications for Intracellular Transport*, in «*Biophysical Journal*», 99, 2010, pp. 2967–2977; Ciroto C., *Chi inventò la ruota? Le curiose scoperte della biologia molecolare*, Quindicesimo Corso dei “Simposi Rosminiani”: Uomini, animali o macchine? Scienze, filosofia e teologia per un “nuovo umanesimo”, Stresa, Colle Rosmini, 27-30 agosto 2014.

58 Fonte: <http://it.paperblog.com/anche-le-proteine-sono-vanitose-149157/>.

al complesso di Golgi; tale fenomeno può essere paragonato a un vero e proprio sistema di «autobus molecolari».⁵⁹

La «bellezza» del *sistema vivente*, intesa sempre come «meraviglia», nasce anche dalla constatazione che qualunque *vivente* rappresenta un sistema fortemente *organizzato e integrato* e ogni molecola, ogni fenomeno al suo interno, deve muoversi di concerto con tutto il *sistema*, per assicurarne una vita *sostenibile*, anche in relazione all'*ambiente* esterno. A esempio, negli eucarioti, i meccanismi di regolazione di tipo ambientale sono importanti nel modulare l'espressione di «*segmenti di DNA codificanti polipeptidici*» («*geni*»)⁶⁰ Bernabucci et al.⁶¹ mettono in evidenza come l'esposizione a differente fotoperiodo può indurre una modificazione dell'espressione dei segmenti di DNA codificanti la *leptina* (*Ob*, *obesity*) e i suoi recettori [*Ob-Ra* (*obesity receptor a*) e *Ob-Rb* (*obesity receptor b*)] nel tessuto adiposo di vacche di razza Frisona Italiana. In particolare, l'esposizione degli animali al giorno «*lungo*» (18/6 ore luce/buio) determina un incremento significativo dell'attività trascrizionale dei segmenti di DNA codificanti la leptina (+ 52,30 %) e i suoi recettori (+ 30,37 %, per *Ob-Ra* e + 13,04 % per *Ob-Rb*) rispetto alla condizione di giorno «*neutro*» (12/12 ore luce/buio), mentre l'esposizione al giorno «*corto*» (6/18 ore luce/buio) determina un decremento di quest'attività rispetto alla condizione di giorno «*neutro*» dell'entità di - 65,97 % per *Ob-Ra* e - 61,81 % per *Ob-Rb*. I risultati fanno supporre che l'espressione di questi segmenti di DNA sia influenzata dal fotoperiodo. I cambiamenti indotti potrebbero costituire un importante fattore di variazione della risposta dell'attività riproduttiva e produttiva (galattopoiesi) in bovini in relazione al fotoperiodo; fenomeno già noto empiricamente.

Le basi molecolari degli «*orologi biologici*» che consentono agli oscillatori endogeni di autorigenerarsi mantenendo il loro comportamento periodico sono complessi e sorprendenti. Oggi, è possibile studiare il profilo

59 D. Matassino, *Ambiente e biodiversità*, Atti Conferenza annuale International Court of the Environment Foundation (ICEF) - Accademia dei Lincei su: 'Le nuove tecnologie a protezione dell'ambiente', Roma 1 luglio 2004, in «Linea Ecologica», 37 (1), 2005, pp. 46-54, http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

60 D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia, C. Incoronato, F. Inglese, D. Marletta, M. Occidente, P. Roncada, *Genomica e proteomica funzionali in I Georgofili - Quaderni 2006 -I*, Società Editrice Fiorentina, 2007, pp. 201-354..

61 U. Bernabucci, L. Basiricò, N. Lacetera, P. Morera, B. Ronchi, P.A. Accorsi, E. Seren, A. Nardone, *Photoperiod Affects Gene Expression of Leptin and Leptin Receptors in Adipose Tissue from Lactating Dairy Cows*, in «J. Dairy Sci.», 89, 2006, pp. 4678-4686.

di espressione ritmica di segmenti di DNA coinvolti nei *bioritmi*; a esempio, nell'uomo, sono stati già individuati circa 4.000 «*segmenti di DNA codificanti polipeptideli*» («*geni*») che mostrano un'espressione «*ritmica*» in relazione al fotoperiodo. Una notevole stagionalità è stata osservata per alcuni «*geni*» coinvolti nell'«*orologio biologico circadiano*», i quali presentano picchi massimi di espressione durante i mesi estivi e minimi durante quelli invernali; a esempio, il segmento di DNA «ARNTL»⁶² è circa 1,5 volte più espresso nel periodo estivo. Il profilo trascrittomico dei segmenti di DNA coinvolti nella sintesi del recettore della interleuchina 6 e nella sintesi della proteina C-reattiva mostra una più elevata attività trascrizionale durante i mesi invernali rispetto a quelli estivi in accordo con i più elevati livelli sierici di tali proteine e con il maggiore rischio di malattie infiammatorie e cardiovascolari osservato in inverno.⁶³

Il meraviglioso mondo *micro-* e *mesoscopico* che regola anche l'aspetto fenotipico dei viventi è, quindi, il mezzo attraverso il quale può esprimersi la «*bellezza*» del creato.

Le informazioni contenute nel DNA, infatti, vengono trascritte enzimaticamente (*trasferite*) in una molecola complementare di RNA, attraverso il processo della «*trascrizione*». Nel caso in cui il DNA *codifichi* una *proteina*, la *trascrizione* è l'inizio del processo che porta, attraverso la produzione intermedia di un mRNA (*RNA messaggero*), alla sintesi di *peptidi* o *proteine funzionali*.

Ed è proprio a monte della trascrizione che l'espressione dei «*segmenti di DNA codificanti polipeptideli*» («*geni*») comincia a essere regolata; infatti, mediante opportuni meccanismi si stabiliscono quali siano le sequenze rese disponibili per la trascrizione, quindi espresse, non solo, ma si stabilisce anche la velocità alla quale queste sequenze vengono trascritte.

Tra i meccanismi a monte della trascrizione, particolarmente interessanti sono quelli che inducono *modificazioni* influenzanti la struttura della *cromatina*⁶⁴, anche in virtù della sempre maggiore importanza che viene attribuita

62 ARNTL (*Aryl Hydrocarbon Receptor Nuclear Translocator-Like*) = segmento di DNA codificante una proteina simile a quella che interagisce con il recettore arilico per gli idrocarburi.

63 X. C. Dopico, M. Evangelou, R. C. Ferreira, H. Guo, M.L. Pekalski, D. J. Smyth, N. Cooper, O. S. Burren, A. J. Fulford, B. J. Hennig, A. M. Prentice, Anette, G. Ziegler, E. Bonifacio, C. Wallace, J. A. Todd, *Widespread seasonal gene expression reveals annual differences in human immunity and physiology*, in «*Nature Communication*», 6, 7000, 2015.

64 *Cromatina*: complesso macromolecolare costituito dalle *proteine istoniche* organizzate in ottameri, attorno ai quali la doppia elica del DNA si avvolge strettamente per un tratto della lunghezza di 146 nucleotidi; l'insieme dell'ottamero e del DNA avvolto intorno a esso costituisce il «*nucleosoma*» che è l'unità ripetitiva fondamentale della cromatina; due *nucleosomi* successivi sono associati all'istone

alla dinamica della *cromatina* quale fattore che media l'attività di trascrizione dei «*segmenti di DNA codificanti polipeptidici*» («*geni*»), in funzione dell'ambiente. La *cromatina*, grazie alla sua architettura gerarchica che segue il modello «*frattale*», è in grado di assumere variazioni del grado di compattazione in funzione delle condizioni microambientali; variazioni che consentono una maggiore o minore interazione tra il DNA e i fattori di trascrizione. Nel caso dell'uomo, grazie al ripiegamento della cromatina i circa 2,5 metri di DNA vengono compattati fino a essere contenuti nel nucleo cellulare, il cui diametro è pari a circa 5 micron. Tale compattazione rende, dunque, possibile il contenimento del «*macro*» nel «*micro*». Pertanto, la *cromatina*, grazie alla sua struttura sia stabile sia dinamica («*quasi stabile*»), funziona da interfaccia tra «*segmenti di DNA codificanti polipeptidici*» («*geni*») e *ambiente*, costituendo un elemento importante per il controllo dell'attività dei «*geni*».⁶⁵

Il DNA non finisce di sorprendere, soprattutto per la sua componente che, per il solo fatto che non codificasse alcuna proteina era definita fino ad alcuni anni fa «*DNA spazzatura (junk DNA)*» o «*DNA inutile*» o «*DNA non funzionale*» o «*DNA ignorante*» o «*DNA parassita*» o «*genoma invisibile*» e che, al contrario, si sta rivelando fondamentale quale elemento di regolazione dell'attività dei «*segmenti di DNA codificanti polipeptidici*» («*geni*»)⁶⁶.

H1 e sono connessi grazie a un breve filamento di DNA 'linker' (connettore). La cromatina è distinguibile in: (a) *eterocromatina*, più condensata, corrispondente alle zone in cui non è presente attività di trascrizione, (b) *euromatina*, meno condensata, corrispondente alle zone in cui l'attività di trascrizione è intensa. L'*euromatina* «condensata» non può essere trascritta (*repressione trascrizionale* o «*spengimento*»); l'*euromatina* «decondensata» (assunzione di una struttura a «*filo di perle*») può essere trascritta (*attivazione trascrizionale* o «*accensione*»).

65 D. Matassino, *La scuola di Renzo Giuliani: novanta anni di ricerca e di insegnamento al servizio delle produzioni animali in Italia*, Adunanza pubblica in ricordo dell'Accademico prof. Mario Lucifero nel primo anniversario della Sua scomparsa, Firenze, 13 gennaio 2011, in *Atti Accademia dei Georgofili* – Anno 2011, Serie VIII-Vol. 8 (187° dall'inizio), Tomo II, Firenze 2013, pp. 37-76.

66 Già, negli anni '70 tale DNA veniva considerato da alcuni Autori un vero e proprio tesoro «*profetico*» di informazioni (D. Matassino, *Lezioni Corso di Miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica*, Facoltà di Agraria, Portici, Università degli studi di Napoli 'Federico II', 1975). Le recenti acquisizioni sul genoma umano evidenziano che solo l'1,3 % del genoma codifica polipeptide/i (DNA esonico); il restante 98,7% non codifica polipeptide/i e comprende (Progetto ENCODE, 2013): (a) *DNA intronico* (42,4 %): parte di esso è noto come «*DNA codificante RNA*» e include: (i) *small non coding RNA* (RNA «*corti*» non codificanti proteina; lunghezza inferiore a 200 nucleotidi) [miRNA (microRNA), snRNA (*small nuclear RNA* = piccolo RNA nucleare), snoRNA (*small nucleolar RNA* = piccolo RNA nucleolare), piRNA (*piwi-interacting RNA* = RNA che interagisce con le proteine piwi)]; (ii) lncRNA (*Long non coding RNA* = RNA

Da recenti conoscenze del «*metabolismo*» del DNA, risulterebbe che la lunghezza del genoma, tendente normalmente ad aumentare nelle cellule terminalmente differenziate a causa dell'attività di *retrotrasposizione* delle sequenze L1,⁶⁷ verrebbe mantenuta costante grazie a una ipermetilazione delle sequenze promotrici dei *retrotrasposoni* L1; tale più o meno intensa metilazione⁶⁸ realizzerebbe un equilibrio dinamico tra inserzione nel genoma delle sequenze trasposte e silenziamento funzionale, in termini di trascrizione, delle stesse.⁶⁹ Non sempre e non in tutti i tessuti l'espressione di LINE-1 è fisiologicamente repressa: durante la formazione dei gameti e lo sviluppo embrionale nei primi stadi, piccole zone di demetilazione in una regione di L1 (che funge da elemento promotore per la trascrizione) permettono all'elemento mobile di sfuggire «*temporaneamente*» al «*silenziamento*».⁷⁰ Tali evidenze affascinanti suggeriscono un possibile coinvolgimento dei «*retrotrasposoni*» nel controllo del programma di sviluppo attraverso la modulazione dell'espressione «*genica*» embrionale. Tra l'altro, nel corso dello sviluppo il genoma dei singoli neuroni della corteccia cerebrale va incontro

«lunghi» non codificanti proteina; lunghezza compresa tra 22 e 200 nucleotidi) (RNA antisenso, ecc.); (iii) *Misc* (RNA «generici» non codificanti proteina) [scRNA (*small conditional RNA* = piccolo RNA condizionale) tRNA (RNA di trasporto), rRNA (RNA ribosomiale), ecc.]; (b) *DNA ripetitivo*, includente: (i) *uplicazioni segmentali* (4,4 %); (ii) *micro, mini e macrosatelliti* (3,1 %); (iii) *trasposoni* (45,5 %); (iv) *pseudogeni* (2,7 %); (v) *DNA a funzione «ignota»* (0,60 %). Si ritiene che parte del segreto della «*complessità dell'uomo*» sia da ricercare proprio in tale frazione di DNA «*non codificante polipeptideli*», particolarmente elevata nell'uomo rispetto ad altre specie, piuttosto che in quella «*codificante polipeptide/i ('geni')*».

- 67 *Retrotrasposoni LINE-1 (Long Interspersed Element 1 = elementi lunghi interspersi 1) o L1*: trattasi di regioni di DNA mobile, della lunghezza di circa 6.000 paia di basi, in grado di produrre copie di se stesse mediante la conversione del loro trascritto di RNA in DNA, il quale viene poi reinserito nel genoma; la copia del segmento di DNA del retrotrasposone si integra in un sito del genoma differente da quello in cui era localizzata la sequenza nucleotidica del DNA originaria. Il suo effetto sistemico può essere *semantico* o, viceversa, *insignificante*, a seconda che il sito di inserzione della nuova copia dell'elemento L1 ricada in una regione funzionalmente *attiva* del genoma o in una regione *silente*.
- 68 La metilazione del DNA in regioni di regolazione dei *segmenti di DNA codificanti polipeptideli (geni)* rappresenta un sistema di repressione dell'attività trascrizionale diffuso ed efficace.
- 69 La *condensazione della 'cromatina'* (complesso macromolecolare costituito dalle *proteine istoniche* e dalla doppia elica del DNA) in '*eterocromatina*' è un «*efficace*» meccanismo di repressione dell'espressione di segmenti di DNA negli eucarioti.
- 70 W.A. Schulz, C. Steinhoff, Florl Ar. *Methylation of endogenous human retroelements in health and disease*, in «*Curr Top Microbiol Immunol.*», 310, 2006, pp. 211-250.

a numerose (a volte più di 1.000) variazioni spontanee (almeno a oggi) di un singolo nucleotide (*single nucleotide variants*, SNVs) e non ereditate; tali mutazioni, che si accumulano durante la vita di un neurone, si estrinsecano, nel corso dell'esistenza del neurone interessato, sotto forma di differenze nell'attività trascrizionale. Questo fenomeno interessa specialmente le aree più attive dell'encefalo e comporta che il neurone interessato costituisce un esempio unico nel suo genere.⁷¹

Tra le continue scoperte inerenti al funzionamento del DNA, si riporta l'esistenza del sistema «CRISPR)/Cas9»,⁷² da considerare una vera e propria «*foto segnaletica genetica*» che un batterio utilizza per ricordarsi dei virus che lo hanno attaccato in precedenza in modo da disattivarli in caso di nuova infezione. Questo meccanismo funziona grazie a una vera e propria «*guida a RNA*» che direziona l'attività di taglio del DNA virale da parte di un enzima (il *Cas9*), per cui il binomio «*CRISPR/Cas9*» si comporta come un vero strumento di ingegneria genetica per «*riscrivere*» segmenti di sequenza di DNA (*genome editing*). Questa scoperta sta permettendo, a oggi, in uomo, animali e piante, la correzione di «*segmenti di DNA codificanti polipeptidi*» («*geni*») difettosi e la messa a punto di farmaci peculiari per la cura di una serie malattie.⁷³

Ecco la «*bellezza*» indotta dalla constatazione della «*meravigliosa perfezione del Creato*»!.....il DNA può essere considerato «*un luogo («spazio confinato») che contiene l' «infinito informativo»*».

Attualmente, anche *alla luce dell'importanza dei fenomeni quantistici*, con particolare riferimento a quelli comportanti la formazione di strutture sovramolecolari, «*il DNA non è da considerare soltanto il depositario del codice genetico, ma è da ritenere anche il «supervisore attivo» per via elettromagnetica di vari processi cellulari*».⁷⁴

La «*bellezza*» del *regno vivente* induce alla *necessità* di preservare tutte le *risorse naturali*, anche e soprattutto attraverso la valorizzazione della «*diversità*» in tutte le sue forme: *biodiversità* e *agrobiodiversità*, *diversità genetica*, *diversità dei modelli colturali*, *delle tecniche di produzione*, *dei*

71 M. A. Lodato, M. B. Woodworth, S. Lee, G.D. Evrony, B. K. Mehta, A. Karger, T. W. Chittenden, A. M. D'Gama, X. Cai, L. J. Luquette, E. Lee, P. J. Park, C. Walsh, *Somatic mutation in single human neurons tracks developmental and transcriptional history*, in «*Science*», 350, 6256, 2015, pp. 94-98.

72 «*CRISPR/Cas9*»: *clustered regularly interspaced short palindromic repeats* (brevi ripetizioni palindrome raggruppate e separate a intervalli regolari) / *CRISPR associated* (proteina associata alle sequenze CRISPR).

73 R. Barrangou, *Cas9 targeting and the CRISPR Revolution*, in «*Science*», 344, 2014, pp. 707-708.

74 D. Matassino, A. Di Luccia, C. Incoronato, M. Occidente, *Biodiversità Prospettica Alcune riflessioni epistemologiche ed ermeneutiche (I Parte)*, op. cit.

sistemi di conoscenza. Infatti, nella nuova prospettiva scientifica appare sempre più evidente la essenza dinamica della «*coevoluzione*», in particolare, di *geni* e *cultura*, e la trasmissione culturale può generare meccanismi evolutivi, alcuni dei quali legati ai fenomeni di cooperazione tra gli esseri umani. In alcuni casi, la cultura può generare forte pressione selettiva, anche grazie al comportamento umano. La *domesticazione*, l'*uso del fuoco*, l'*informazione tecnica e biotecnica* sempre più diffusa hanno influito in modo interattivo e generativo sui regimi alimentari, sull'alimentazione e sulle generali trasformazioni dell'ambiente.

In particolare, un'*agricoltura sana* e la *necessità* di un *continuo adattamento dinamico* hanno polarizzato l'attenzione sociale sulla componente chimica necessaria, a esempio, per la digestione del latte⁷⁵. La forma «*ancestrale*» del segmento di DNA codificante la *lattasi* (*LCT*, *lactase*) si esprime soltanto prima dello *svezzamento* rendendo l'individuo in età adulta poco tollerante al *lattosio*. In concomitanza con lo sviluppo dell'*agricoltura* e della *domesticazione* di mammiferi, in *popolazioni europee e africane*⁷⁶ si sono evolute *varianti del segmento di DNA «LCT»*, la cui espressione persiste in età adulta; pertanto, gli individui discendenti da questi *antichi pastori riescono a digerire il lattosio anche in fase post-svezzamento* e *presentano una maggiore tollerabilità a tale carboidrato in età adulta rispetto ai coetanei delle popolazioni asiatiche*⁷⁷ e *dell'America Latina portatori della versione ancestrale* (non mutata) del segmento di DNA «*LCT*».⁷⁸ La scoperta⁷⁹

75 D. Matassino, M. Occidente, C. Incoronato, *Il regime alimentare quale fattore di coevoluzione del genoma umano?* In «ARS», 126, 2010, pp. 30-36.

76 Relativamente all'Europa, la persistenza della capacità di digerire il lattosio è particolarmente presente nelle popolazioni della Scandinavia e delle isole britanniche (86-96%), nonché delle aree Centro-occidentali (62-86%) con un andamento clinale verso le aree Sud orientali, ove l'incidenza è di circa il 23%; per quanto riguarda l'Africa, la distribuzione è molto irregolare: nell'ambito della stessa regione (a esempio Sudan), si passa dal 64% nelle comunità pastorali di Beni Amir al 20% nelle comunità vicine ma non pastorali di Dounglawi.

77 In India, la capacità di digerire il lattosio nell'adulto riguarda il 63% della popolazione del Nord e solo il 23% di quella del Sud-Est; nel resto dell'Asia la persistenza della lattasi è molto rara.

78 A. Beja Pereira, G. Luikart, P.R. England, D.G. Bradley, O.C. Jann, G. Bertorelle, A.T. Chamberlain, T.P. Nunes, S. Metodiev, N. Ferrand, G. Erhardt, *Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes*, in «Nature Genetics», 35 (4), 2003, pp. 311-313.

79 A. Hakansson, B. Zhivotovsky, S. Orrenius, H. Sabharwal, C. Svanborg, *Apoptosis induced by a human milk protein*, in «Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.» 92, 1995, pp. 8064-8068.

del complesso molecolare *HAMLET* (*human alpha-lactalbumin made lethal tumor cells = alfa-lattoalbumina umana letale per le cellule tumorali*) conferma il valore del latte umano quale fonte ricca di biomolecole con effetto benefico sul *benessere dell'uomo*. Il complesso *HAMLET* si sarebbe dimostrato in grado di esplicitare *attività tumoricida* mediate apoptosi sia «*in vitro*» che «*in vivo*»⁸⁰. L'*attività tumoricida di HAMLET* si concretizzerebbe in una *protezione del lattante da tumori attraverso una riduzione del pool di cellule potenzialmente maligne*; tale ipotesi è suffragata dalla constatazione di una bassa frequenza di linfomi nel neonato che allatta al seno.⁸¹

HAMLET potrebbe, pertanto, essere considerato un «*complesso molecolare di sorveglianza*» in grado di «*purificare*» i tessuti locali dalle cellule non necessarie guidando la mucosa intestinale verso la maturità.

Si può ritenere che la «*bellezza*» offerta dai meccanismi insiti nella natura sia inesauribile. È impossibile non rimanere *stupiti* di fronte ai *s sofisticati svariati complessi e sorprendenti meccanismi biologici* che conferiscono ai viventi «*capacità al costruttivismo*». Non si può non rimanere «*meravigliati*» quando si osserva un fiore in grado di vivere in alta montagna o un animale in condizioni ambientali cosiddette «*estreme*»: stiamo in effetti ammirando un piccolo miracolo della natura. In realtà qualsiasi struttura vivente è il frutto di una procedura molto lenta ma estremamente efficiente, basata su un approccio «*trial and error*» («*prova ed errore*»), che la natura attua sottoponendo continuamente le strutture a verifiche combinatorie di lunga durata nel corso delle quali viene «*premiata*» la struttura più idonea. Di conseguenza, *gli esseri viventi elaborano, attraverso la loro evoluzione, ciò che funziona meglio e, soprattutto, ciò che può perdurare nel tempo*. Numerosi sono gli esempi di meccanismi biologici in grado di destare «*meraviglia*» per la loro stupefacente capacità di stabilire un'armonia indissolubile tra l'individuo portatore e l'ambiente in cui vive. Tale armonia è un *continuum* di mutue relazioni tra individuo e ambiente che iniziano già

80 W. Fischer, L. Gustafsson, A.K. Mossberg, J. Gronli, S. Mork, R. Bjerkvig, C. Svanborg, *Human alpha-lactalbumin made lethal to tumor cells (HAMLET) kills human glioblastoma cells in brain xenografts by an apoptosis-like mechanism and prolongs survival.*, in «*Cancer Res.*», 2004, pp. 2105-12; L. Gustafsson, O. Hallgren, Ann-K. Mossberg, J. Pettersson, W. Fischer, A. Aronsson, C. Svanborg, *HAMLET Kills Tumor Cells by Apoptosis: Structure, Cellular Mechanisms*, in «*The Journal of Nutrition*», 135(5), 2005, pp. 1299-303.

81 M. K. Davis, D. A. Savitz, B. I. Graubard, *Infant feeding and childhood cancer*, in «*Lancet*», 2 (8607), 1998, pp. 365-8.

durante lo sviluppo embrionale; infatti, per esempio, per l'uomo M. Hanson⁸² così si esprime:

l'atto di fecondazione, l'atto germinativo, dà il via ad una serie di accadimenti che porteranno alla costruzione di un soggetto vivente. Questa costruzione, modulata dall'ambiente uterino con il quale la madre «allena» il figlio alla vita, è concepita in modo tale da costituire l'ottimizzatore delle forme, delle strutture e degli schemi di funzionamento (imprinting) che fanno di una cellula uovo e di un feto con il loro codice genetico il «miglior figlio possibile» per le condizioni ambientali che dovrà affrontare.

Questo concetto rientra nella «*geografia della salute*»⁸³, la quale considera il *benessere fisico psichico sociale* di una persona come risultato di effetti dipendenti dal sistema «*antropo-bio-geo-pedo-climatico*» caratterizzante lo specifico «*ambiente*» o «*area geografica*» ove l'individuo si esprime⁸⁴.

Numerosi (se non infiniti) sono gli esempi di «*capacità al costruttivismo*» in ambienti «*difficili*»; tra i tanti si ricorda quello fornito dai tipi genetici autoctoni ovini della regione Puglia, nei quali i segmenti di DNA duplicati, triplicati o quadruplicati appartenenti al *cluster* alfa globinico⁸⁵

82 M. Hanson, *Salute globale: un approccio evolucionistico*. Sigma Tau - XXIII Spoletoscienza "Geografie della salute", Spoleto 3 luglio 2011.

83 La «*geografia della salute*» viene definita da H. Picheral (*Complexes et systèmes pathogène: approches géographique*, in *De l'épidémiologie à la géographie humaine*, Table Ronde 'Tropiques et santé', Bordeaux, 4-6 ottobre 1982, ACCT/CEGET (CNRS), Bordeaux, 1993, pp. 5-22) come «*studio spaziale della qualità della salute nelle sue relazioni con l'ambiente fisico, biologico, socio-economico, comportamentale e culturale*». La problematica connessa alla «*geografia della salute*» trova le sue origini nella definizione di «*salute*» proposta dall'OMS nel 1946 (http://www.who.int/rarebooks/official_records/constitution.pdf): «*la salute è uno stato di benessere completo, fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattia o di infermità*». D'altronde, la concezione di *malattia* come *disturbo di un equilibrio «uomo-natura»* viene ampiamente sottolineata da R. J. Dubos (1901÷1982); egli, infatti, inquadra lo studio della *salute umana* in una visione «*ecologica*» basata su una nuova interpretazione del rapporto «*uomo-ambiente*» (D. Matassino, G. Varricchio, M. Serluca, M. Occidente, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il «benessere psichico-fisico» del sistema «uomo», op. cit.*).

84 D. Matassino, *Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio*, Il Picentino, XLVI (n.s.), 2011, pp. 26-51; Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/>; link: archivio Prof. Donato Matassino).

85 Nella specie *ovina*, come in quella *umana* e in altre specie di *mammifero*, i segmenti di DNA codificanti le catene alfa e beta globiniche sono organizzati in due *cluster* distinti: *cluster alfa-globinico* e *cluster beta-globinico*.

sono responsabili di un gradiente di intensità di sintesi di catene alfa – globiniche; tale risposta fenotipica si concretizza in un una *variazione* «a gradini» della resistenza a parassitosi endemiche, quali la TBD (*tick borne diseases* = malattie trasmesse da zecche), tra gli individui.⁸⁶ In particolare, la presenza di segmenti di DNA alfa globinici in soprannumero sarebbe responsabile di un quadro ematico caratterizzato da un più elevato *turnover* eritrocitario il quale causerebbe una minore suscettibilità alle suddette parassitosi. L'analisi comparativa tra tipi genetici *ovini pugliesi* e *siciliani* allevati nell'Italia meridionale evidenzia una similitudine nell'assetto genetico relativo ai segmenti di DNA codificanti le catene globine, il che suggerirebbe l'ipotesi che esso possa essere il risultato di una risposta in termini di '*capacità al costruttivismo*' al peculiare *bioterritorio* dell'area mediterranea.⁸⁷ Tale ipotesi è ulteriormente supportata dall'evidenza di Ordas *et al.*⁸⁸ di un *cline*⁸⁹ latitudinale secondo il quale la frequenza di alcune «*duplicazioni globiniche*» aumenterebbe dell'ordine di 0,02 per grado di latitudine fino ad arrivare a situazioni di monomorfismo genetico per le razze africane.

L'importanza dei segmenti di DNA presenti in elevato numero di copie ai fini di un aumento della «*capacità al costruttivismo*» trova una recente conferma nell'esistenza, in *elefante*, di 38 copie⁹⁰ del segmento di DNA

86 E. Pieragostini, F. Petazzi, A. Di Luccia, *The relationship between the presence of extra _ globin genes and blood cell traits in Altamurana sheep*, in «Gen. Sel. Evol.», 35 (1), 2003, S121-S133; E. Pieragostini, I. Alloggio, F. Petazzi, *Insights into hemoglobin polymorphism and related functional effects on hematological pattern in Mediterranean cattle, goat and sheep*, in «Diversity», 2, 2010, pp. 679-700.

87 I. Alloggio, G. Bramante, F. Petazzi, E. Pieragostini, *Alpha and beta globin polymorphism in Italian islander sheep breeds*, in «Small Rum. Res. », 80, 2008, pp. 116-119.

88 J.G. Ordás, Structure of European ovine populations from directional autocorrelations between proteins, in «J. Anim. Breed. Genet.» 121, 2004, pp. 229-241.

89 *Cline* o '*variazione clinale*': condizione per cui due popolazioni differiscono tra loro per un determinato attributo rispetto a una variabile ambientale.

90 Trattasi di «*retrogeni*», ossia di «*segmenti di DNA codificanti polipeptidi/i*» («*geni*») derivati dalla retrotrascrizione dell'RNA messaggero trascritto dal gene originario (segmento di DNA «*ancestrale*»); i «*retrogeni*» sono resi funzionali grazie alla loro apposizione casuale nei pressi di un promotore che permette loro di essere espressi; un «*retrogene*», generalmente, manca di introni; tuttavia, esso può: (a) sviluppare nuovi esoni-introni mediante chimerismo con altri «*geni*»; (b) ereditare introni dal «*gene ancestrale*» dal quale deriva; (c) acquisire introni mediante un processo di «*intronziazione*».

«TP53»⁹¹, le quali conferirebbero a tale mammifero una minore suscettibilità al cancro (circa 1/5) rispetto a quella rilevata nell'uomo (rispettivamente, circa 5 % e 25 %), il quale possiede soltanto 1 copia di tale «gene». La presenza di un numero maggioritario di copie del segmento di DNA «TP53» si concretizza in un incremento dell'attività di «apoptosi» mediata dalla proteina «p53» che, nell'elefante, risulta più che raddoppiata, rispetto a quella esibita dai linfociti umani⁹². La resistenza al cancro in organismi di grandi dimensioni e longevi, quali gli elefanti, rappresenta una parziale convalida del paradosso di R. Peto.⁹³ La natura non finisce mai di stupire; in tale contesto, J. D. Schiffman afferma: «*La natura ha già capito come prevenire il cancro. Sta a noi studiare e imparare come diverse specie animali affrontano il problema, in modo da adattare quelle stesse strategie e impedire l'insorgenza dei tumori nelle persone*».⁹⁴ L'«apoptosi» è caratterizzata da una complessa sequenza di eventi molecolari, biochimici e somatici: attivazione di segmenti di DNA (tra cui il «TP53») e della cascata delle *caspi*, disgregazione del nucleolo, condensazione e taglio della cromatina in granuli, formazione di evaginazioni della membrana plasmatica con sviluppo di tipiche bolle (*blebbing*), ecc.; la notevole «finezza» (identificabile con la «bellezza») con cui i suddetti eventi sono modulati da segnali chimici e/o fisici e/o biochimici di natura esogena ed endogena non può non destare «stupore»; questo «stupore», che nasce dall'approfondimento della

91 Il segmento di DNA «TP53», denominato anche il «custode del genoma», codifica la proteina oncosoppressore «p53»; tale proteina è in grado di rilevare la presenza di DNA danneggiato e di arrestare le cellule nella fase G1 del ciclo cellulare, affinché si verifichino i processi di riparazione prima che il DNA alterato si replichi e sia trasmesso alle cellule figlie. Se il danno a carico del DNA è troppo esteso, oppure si verifica in una fase tardiva del ciclo cellulare, l'attivazione di p53 induce la «morte cellulare programmata» o «apoptosi» o «suicidio cellulare».

92 L. M. Abegglen, A. F. Caulin, A. Chan, K. Lee, R. Robinson, M. S. Campbell, W. K. Kiso, D. L. Schmitt, P. J. Waddell, S. Bhaskara, S. T. Jensen, C. C. Maley, J. D. Schiffman, *Potential Mechanisms for Cancer Resistance in Elephants and Comparative Cellular Response to DNA Damage in Humans*, in «JAMA», 314(17), 2015, pp. 1850-1860.

93 Secondo tale paradosso, contrariamente a quanto teoricamente atteso, «l'incidenza di cancro non sarebbe positivamente correlata, al numero di cellule che compongono un organismo» (R. Peto, F.J.C. Roe, P.N. Lee, L. Levy, J. Clack, *Cancer and ageing in mice and men*, in «Br J Cancer», 32(4), 1975, pp. 411-426).

94 L. M. Abegglen, A. F. Caulin, A. Chan, K. Lee, R. Robinson, M. S. Campbell, W. K. Kiso, D. L. Schmitt, P. J. Waddell, S. Bhaskara, S. T. Jensen, C. C. Maley, J. D. Schiffman, *Potential Mechanisms for Cancer Resistance in Elephants and Comparative Cellular Response to DNA Damage in Humans*, op. cit.

realtà, come sottolineato da M. Bersanelli e M. Bergantini,⁹⁵ “è all’origine della scienza intesa come avventura umana e non accompagna solo l’avvio della ricerca in quanto ogni passo dell’indagine è sempre un «inizio» e suscita nuovo «stupore»”; a esempio, nell’essere umano adulto si stima che si verifichi una produzione di *un milione di nuove cellule al secondo*; contemporaneamente si avrebbe uguale numerosità di morte di cellule per «apoptosi». L’«apoptosi» è una funzione necessaria per: (a) compensare la nascita di nuove cellule; (b) eliminare le cellule portatrici di gravi danni al DNA. La fitta rete di segnali coinvolti nell’«apoptosi» si concretizza nella sintesi di proteine ad attività *proapoptotica* e *antiapoptotica*. Se all’interno della cellula prevalgono i modulatori *proapoptici* si ha l’«apoptosi»; al contrario, se sono in maggioranza i *modulatori antiapoptotici* si formeranno in prevalenza «*dimeri*» che promuovono la sopravvivenza della cellula. I modulatori *proapoptotici*, essendo in grado di sequestrare quelli *antiapoptotici*, fungono da «*ago della bilancia*» nel determinare la sensibilità di una cellula a un determinato stimolo nocivo. Ricerche sull’«apoptosi» e sulla proteina «*P53*» sono in corso per mettere a punto nuovi approcci terapeutici per la cura del cancro⁹⁶. Tali studi, tra l’altro, stanno rivelando un ulteriore aspetto della funzione della proteina «*P53*» quale elemento di regolazione della via metabolica del mevalonato⁹⁷.

Non meno singolare è la capacità del «*coleottero della nebbia*» (*Stenocara gracilipes*, Solier, 1835), che vive nel deserto del Namib (Africa Meridionale), di condensare l’acqua contenuta nella foschia notturna formando goccioline che rapidamente si espandono e scivolano in rivoletti fino alla bocca dell’animale; il tutto grazie all’esistenza, sulla superficie delle elitre, di protuberanze «*idrofile*» che incorporano l’acqua e di aree «*idrofobiche*» circostanti che consentono alla stessa di raccogliersi fino alla bocca. Questo e altri meccanismi peculiari di alcuni esseri viventi costitu-

95 M. Bersanelli e M. Bergantini, *Solo lo stupore conosce*, BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, 2003.

96 M. Pellegrino, F. Mancini, R. Lucà, A. Coletti, N. Giacchè, I. Manni, I. Arisi, F. Florenzano, E. Teveroni, M. Buttarelli, L. Fici, R. Brandi, T. Bruno, M. Fanciulli, M. D’Onofrio, G. Piaggio, R. Pellicciari, A. Pontecorvi, J.C. Marine, A. Macchiarulo, F. Moretti, *Targeting the MDM2/MDM4 Interaction Interface as a Promising Approach for p53 Reactivation Therapy*, in «Cancer Res.», 75(21), 2015, 4560-72.

97 Il mevalonato è un prodotto intermedio della biosintesi del colesterolo; C. Laezza, A. D’Alessandro, L. Di Croce, P. Picardi, E. Ciaglia, S. Pisanti, A.M. Malfitano, M. Comegna, R. Faraonio, P. Gazzero, M. Bifulco, *p53 regulates the mevalonate pathway in human glioblastoma multiforme*, in «Cell Death and Disease», 6, 2015.

iscono una fonte inesauribile per l'uomo di «*bioimitazione*»⁹⁸ che, nella fattispecie, riguarda la messa a punto di strategie per il recupero dell'acqua nelle regioni aride o per il riciclaggio del vapore che si forma nelle torri di raffreddamento industriali.

3. Conclusioni

1. La «*bellezza*» è soprattutto *diversità: bellezza dei paesaggi*, degli *ecosistemi*, dei *sistemi culturali* che con i loro contrasti e le loro irregolarità hanno da sempre caratterizzato la vita del pianeta Terra. Salvaguardare la «*bellezza*» non è un'esigenza di natura puramente estetica ma un'esigenza dai risvolti concreti. Infatti, esiste una correlazione tra *perdita della bellezza* ed *erosione della diversità*. Distruggere la «*diversità*» e, quindi, la «*bellezza*», fa scomparire le possibilità che la natura offre gratuitamente all'uomo per garantirgli un benessere sostenibile e la mancanza di alternative limita la capacità di risposta dell'uomo. Non va dimenticato che aspetti negativi della «*globalizzazione*» sono l'«*omologazione*», l'«*appiattimento*» e l'«*assenza di originalità*» con conseguente incremento del divario tra «*natura*» e «*vita quotidiana*» dei viventi. In questo contesto, nella *gestione «intelligente»* di un «*bioterritorio*» forte attenzione va posta, tra l'altro, alla «*geografia della salute*», intesa come valorizzazione dell'alimento locale in grado di rendere disponibile all'uomo, cibo particolarmente ricco di biomolecole «*nutraceutiche*» capace di meglio soddisfare le esigenze umane in nutrienti. Tutta la «*variabilità biologica*» che esiste sul pianeta Terra (e nel cosmo?) e la «*meraviglia*» che essa suscita suggeriscono l'importanza di proporre *nuovi «stili di vita»* basati su un nuovo «*umanesimo*» che si concretizza nella «*ecologia dell'uomo*», o meglio in una «*ecologia integrale*» e «*integrata*»⁹⁹, da considerare¹⁰⁰ «*un nuovo paradigma in grado di articolare le relazioni fondamentali della persona con Dio, con se stes-*

98 La 'bioimitazione' ('*biomimicry*') o biognosi o 'biomimetica' ('*biomimetics*') (dal greco βίος = vita e μίμησις derivato da μιμέομαι = imitare) rappresenta un nuovo filone scientifico interdisciplinare avente per oggetto la progettazione e la costruzione di sistemi, semplici e/o complessi, prettamente ispirati alla *naturalità* (Matassino D., *La "biodiversità" base dell'innovazione*, «ARS», 120, 2009, pp. 47-51, (I Parte), in «ARS», 121, 2009, pp. 50-57 (II Parte).

99 J. M. Bergoglio, *Lettera Enciclica 'Laudato si' del Santo Padre Francesco sulla cura della casa comune*, Tipografia Vaticana, 2015.

100 M. Toso, *Laudato si': una ecologia integrale*, Prolusione al sesto anno di attività accademica dell'Istituto Superiore di Scienze Religiose (ISSR) di Sant'Apollinare, Forlì 22 ottobre 2015.

sa, con gli altri esseri umani, con il creato” e che, come tale, “impedisce di considerare la natura come qualcosa di separato da noi o come una mera cornice della nostra vita”.

2. L'essere umano e più precisamente la «*persona*» può essere considerata l'espressione massima della «*bellezza*» in quanto «*manifestazione complessa*» di un progetto unico e singolare contenuto in un'unica cellula iniziale (lo zigote) che, dividendosi, si stima che dia origine a ben circa 37 mila miliardi di cellule¹⁰¹ le quali, pur avendo lo stesso corredo genetico, sono riferibili (si stima) a circa 220 fenotipi diversi¹⁰² (cellule dei sistemi: nervoso, immunitario, cardiocircolatorio, respiratorio, ecc.) in grado di conferire alla persona quella mirabile molteplicità morfo-funzionale la quale, olisticamente, si traduce in una «*informazione globale*» che lega una «*parte*» al «*tutto*» e il «*tutto*» a una «*parte*».

3. Papa Francesco¹⁰³ così si esprime

Sono lodevoli e a volte ammirevoli gli sforzi di scienziati e tecnici che cercano di risolvere i problemi creati dall'essere umano. Ma osservando il mondo notiamo che questo livello di intervento umano, spesso al servizio della finanza e del consumismo, in realtà fa sì che la terra in cui viviamo diventi meno ricca e bella, sempre più limitata e grigia, mentre contemporaneamente lo sviluppo della tecnologia e delle offerte di consumo continua ad avanzare senza limiti. In questo modo, sembra che ci illudiamo di poter sostituire una bellezza irripetibile e non recuperabile con un'altra creata da noi.

4. “*La bellezza è un bene fragile*”, come asserisce Ovidio (43 a. C. – 18 d. C.) e, come tale, va amata, custodita e protetta. È insieme l'espressione di Colui che crea, dell'atto della creazione e dello stesso creato.

5. Secondo S. Agostino (354-430) “...*il Creatore ha tessuto tutte le sue opere ordinate all'unico fine: la bellezza*”. Rinunciare a essa significa «*violare*» la natura e tutte le sue *meraviglie* che generano «*bellezza*».¹⁰⁴

6. *Stupore, contemplazione ed estasi* di fronte alla *bellezza* della realtà inducono il «*vero uomo di scienza*» a ricercare le leggi che descrivono quell'*ordine* e quell'*armonia* che tralucono dal Creato.

101 E. Bianconi, A. Piovesan, F. Facchin, A. Beraudi, R. Casadei, F. Frabetti, L. Vitale, M. C. Pelleri, S. Tassani, F. Piva, S. Perez-Amodio, P. Strippoli, *An estimation of the number of cells in the human body*, in «Annals Hum Biol», 40 (6), 2013, pp. 463-471.

102 <http://www.focus.it/scienza/scienze/quante-cellule-ci-sono-nel-corpo-umano>;

103 J. M. Bergoglio, *Lettera Enciclica 'Laudato si' del Santo Padre Francesco sulla cura della casa comune, op. cit.*

104 G. Gazzaneo, *Bellezza in cammino*, in «I luoghi dell'infinito», 200, 2015, p. 5.

7. La «bellezza», intesa come *complessità, diversità e apertura al divenire*, conduce a uno «stupore» continuo e infinito che induce nell'uomo una profonda *inquietitudine*, ma come dice J. Green (1900-1998): “*Finché si è inquieti, si può stare tranquilli*”.