

DONATO MATASSINO, MARIACONSIGLIA OCCIDENTE
E GIOVANNA VARRICCHIO

VEGETARIANISMO: UNICA SCELTA POSSIBILE PER UNA CORRETTA NUTRIZIONE?

1. Introduzione

Un *'regime alimentare'* è fondamentalmente legato a due eventi:

(a) la *'cultura'*;

(b) il valore *'salutistico'* (*'nutraceutico'*) di un alimento.

Relativamente al primo evento, è possibile affermare che la interdipendenza tra *'nutrizione'* e *'cultura'* ha origini antichissime nel senso che le scelte alimentari del genere *Homo*, dalla sua comparsa a oggi, sono sempre state funzione di strumenti messi a disposizione dal *'substrato culturale'*. Un esempio è rappresentato dalla scoperta e dall'utilizzo del *'fuoco'*. In questa prospettiva, la carne viene spesso considerata un elemento che attraversa il confine tra *'natura'* e *'cultura'*; infatti, gli animali selvaggi per poter essere mangiati e, in un certo senso, *'incorporati'* nella cultura umana, debbono essere *'trasformati'*, fondamentalmente, tramite il procedimento universale della *'cottura'*.

L'impiego del fuoco da parte dell'uomo avrebbe svolto un ruolo ancora più importante, rispetto alla padronanza nell'uso dell'acqua, nella genesi

1 Il neologismo *'nutraceutica'*, termine sincretico derivato da *'nutrizione'* e *'farmaceutica'*, viene coniato nel 1989 da S. De Felice, fondatore della Fondazione per l'Innovazione in Medicina (FIM) nel 1976, in riferimento allo studio di alimenti con funzione benefica sulla salute umana. Il termine *'nutraceutica'* è una estensione del concetto di *'alimento funzionale'* risalente ai primi anni '80 quando, in Giappone, viene indicata con il termine FOSHU (*Food for Specific Health Use*) una categoria di alimenti aventi un *'effetto sulla salute dell'uomo come risultato della loro composizione specifica o in quanto privati degli allergeni'*. Successivamente viene proposta una grande varietà di termini, più o meno correlati al significato dato dai giapponesi, come *pharmafoods*, *vitafoods*, *dietary supplements*, *fortified foods*, *functional foods* (D. Matassino e M. Occidente, *Tutela della biodiversità e salute umana*, Ambiente Risorse Salute, 90, 2003, pp. 15-23).

dell'agricoltura in quanto precursore di attuali pratiche agricole quali il 'pirodiserbo'².

L'interazione 'cultura-nutrizione', a sua volta, si concretizza nella 'evoluzione genetica' – o in senso lato – nell' 'evoluzione biologica' dell'uomo, dal momento che la disponibilità e la varietà del cibo esercitano un ruolo non secondario sulla evoluzione della specie umana.

2. Cenni sull'evoluzione antropo-biologica

2.1. Personalità e sua plasticità

Contemporaneamente alla 'evoluzione biologica', l'uomo, inteso come 'persona', può essere considerato l'evento olistico di un 'biosistema'. La 'persona' viene costruita a partire dal momento del suo concepimento³ e si può ritenere che si modifichi continuamente; pertanto, essa è un coacervo di eventi non tutti prevedibili. Da ciò scaturisce che la 'personalità' è soggetta a continue modificazioni nel tempo e nello spazio; pertanto, la 'personalità' è una 'entità' 'relativamente stabile'. Infatti, secondo P.T. Costa e R. McCrae⁴ la 'personalità' sarebbe soggetta a veri e propri processi di 'maturazione intrinseca' specialmente con l'età. L'ipotesi della 'maturazione intrinseca' sta sempre più dando spazi naturali all'importanza delle esperienze⁵, specialmente quelle derivanti dal diverso tipo di attività lavorativa scelta e/o esplicata dall'individuo; pertanto, la 'personalità' si evidenzia sempre più come una manifestazione complessa ma 'plastica'. Questa 'plasticità' rende sempre più complesso il profondo e sofisticato comportamento della 'persona', il quale può sfociare in un vero e proprio 'caleidoscopio' di azioni e di reazioni; conseguentemente,

2 P. Viana, *Sotto una foglia di lattuga*, in «Avvenire» del 14 luglio 2013, p. 18; G. Forni, *Lo strumento più antico per la coltivazione delle insalate*, in AA.VV., *Le insalate*, Collana Coltura & Cultura, Euromedia S.r.l., Terni 2013, pp. 26-35.

3 D. Matassino, L. Santoro, M. Occidente, *Alcune riflessioni conclusive*, atti IX Convegno Nazionale sulla Biodiversità, Valenzano (Bari), 6-7 settembre 2012, in press, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

4 P.T. Costa, R.R. McCrae, *4 Ways 5 Factors Are Basic*, *Personality and Individual Differences*, 13 (6), 1992, pp. 653-665.

5 O. Lüdtke, B.W. Roberts, U. Trautwein, G. Nagy, *A random walk down university avenue: Life paths, life events, and personality trait change at the transition to university life*, *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(3), pp. 620-637, 2011.

si può ritenere che qualsiasi individuo non sia facilmente ‘*categorizzabile*’, per cui sarebbe opportuno parlare solo di ‘*tendenza*’ dell’appartenenza a un raggruppamento. Rientrando nei ranghi più consoni a qualche ulteriore conoscenza sull’effetto della ‘*microbiosfera*’ (identificabile con l’insieme degli eventi di natura ‘*antropo-bio-geo-pedo-climatica*’) sul grado di ‘*plasticità*’ di una ‘*persona*’, si può ritenere che, *olisticamente*, essa sia un vero e proprio sistema ‘*cibernetico*’ ove l’agire di *infiniti sofisticati complessi sistemi interattivi*, non facilmente individuabili e/o identificabili, gioca un ruolo complesso nell’indirizzare la deriva di un comportamento umano⁶.

A confermare la ‘*plasticità*’ della ‘*personalità*’ intervengono evidenze scientifiche⁷ le quali dimostrano come l’‘*umore*’, inteso quale atteggiamento transitorio della ‘*personalità*’, non sia una costante ma risponda a ‘*ritmi circadiani*’ regolati da oscillazioni ritmiche dell’attività trascrizionale di oltre *100 segmenti di DNA codificanti polipeptideli* (‘*geni*’) espressi in alcune regioni dell’encefalo umano, probabilmente coinvolti in importanti eventi ritmici giornalieri, come a esempio, il ‘*ciclo veglia-sonno*’ e il ‘*metabolismo*’. Pertanto, la ‘*individualità biologica*’ deve tener conto, oltre che dell’aspetto *qualitativo* di una determinata informazione genetica, anche della intensità (‘*ergon*’) e della durata (‘*chronon*’) della sua espressione; questi ultimi due aspetti dell’informazione ‘*genetica*’ vengono proposti per la prima volta da L. Gedda e G. Brenci⁸ nell’ambito della ‘*cronogenetica*’. In tale contesto, il rapporto ‘*ergon-chronon*’, *rappresenta un sistema insostituibile per il funzionamento di qualsiasi entità biologica inserita in un determinato microambiente*. La ‘*fisiologia*’ dell’informazione ‘*genica*’, oggi, è rilevabile mediante varie tecniche tra cui si ricordano: ‘*DNA microarray*’⁹,

6 D. Matassino, *Effetto della complessità del biosistema sulla personalità*, corso di alta formazione per dirigenti e professionisti «Etica, diritto, economia e cura della persona: ruoli manageriali e attenzione alla persona nella società civile», Roma (Ateneo Pontificio *Regina Apostolorum*), 21 giugno 2013; cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

7 J.Z. Li, B.G. Bunney, F. Meng et al., *Circadian patterns of gene expression in the human brain and disruption in major depressive disorder*. PNAS, 110 (24), pp. 9950–9955, 2013.

8 L. Gedda, G. Brenci, *Cronogenetica, l’eredità del tempo biologico*, Mondadori EST, Milano 1973.

9 *DNA microarray* o ‘*micromatrice*’ di segmenti di DNA: metodo basato sull’ibridazione di segmenti di DNA ‘*noti*’ o ‘*sonde*’ [oligonucleotidi o *cDNA* distribuiti secondo uno schema ordinato (*array*) su una piccola superficie solida] con segmenti di *cDNA* ottenuti dalla retrotrascrizione dell’RNA presente nel tessuto ana-

SAGE¹⁰; RNA-seq¹¹. Per ulteriori approfondimenti sulla ‘cronogenetica’ e sulla ‘cronobiologia’ si rimanda a: T.M. Bettini¹² e D. Matassino *et al.*¹³.

W. Bleidorn *et al.*¹⁴ riferiscono che studi ‘longitudinali’ su gemelli ‘monozigoti’ e ‘dizigoti’ evidenziano che le differenze genetiche svolgono un ruolo elevato nello sviluppo della ‘personalità’ ma esse non possono essere considerate determinanti data l’importanza dell’epigenoma¹⁵.

L’importanza dei fattori epigenetici suscita alcuni quesiti:

-
- lizzato, marcati con fluorocromi; la fluorescenza emessa dall’ibrido è indicatrice della presenza di segmenti di DNA funzionalmente espressi (‘accesi’) o ‘attivi’ dal punto di vista trascrizionale; l’entità di questa fluorescenza è direttamente proporzionale alla quantità di mRNA trascritto (D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia *et al.*, *Genomica e proteomica funzionali*, atti Convegno «Acquisizioni della Genetica e prospettive della selezione animale», Firenze, 27 gennaio 2006, in I Georgofili – Quaderni 2006-I, Società Editrice Fiorentina, 2007, pp. 201-354; cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 17.12.2013]; M. Schena, D. Shalon, R.W. Davis *et al.*, *Quantitative monitoring of gene expression patterns with a complementary DNA microarray*, *Science*, 270, 1995, pp. 467-470).
- 10 SAGE (*serial analysis of gene expression* = analisi seriale dell’espressione genica): metodo basato sul sequenziamento ‘in serie’ di EST (*expressed sequence tag* = etichette o segnali di sequenze espresse), ciascuna delle quali è identificativa di un ‘messaggero’ ‘unico’; essa non richiede la conoscenza ‘a priori’ dei segmenti di DNA da analizzare e consente di individuare nuovi segmenti di DNA codificanti ‘polipeptidici’ nonché di quantificare l’*mRNA* originatosi da tali ‘segmenti’ (V.E. Velculescu, V.E. Zhang, L. Vogelstein *et al.*, *Serial analysis of gene expression*, *Science*, 270, 1995, pp. 484-487; D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia *et al.*, *Genomica e proteomica funzionali*, *op. cit.*).
- 11 RNA-seq (*RNA Sequencing*): approccio basato sulle più avanzate metodiche di sequenziamento degli acidi nucleici in grado di fornire informazioni sulla sequenza, nonché sulla quantità di RNA trascritto dal genoma in una cellula o in un tessuto in un determinato istante. Y. Chu, D.R. Corey, *RNA sequencing: platform selection, experimental design, and data interpretation*, *Nucleic Acid Ther* 22 (4), 2012, pp. 271-4.
- 12 T.M. Bettini, *La problematica della ricerca nell’allevamento animale con riferimento alle zone interne*, atti I convegno su «L’allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d’Italia», Acerno (SA), 6-8 giugno 1986, Ed. CNR – I.A.B.B.A.M. Napoli 1990, pp. 5-13.
- 13 D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia *et al.*, *op. cit.*
- 14 W. Bleidorn, C. Kandler, R. Riemann *et al.*, *Patterns and sources of adult personality development: Growth curve analyses of the NEO-PI-R scales in a longitudinal twin study*, *Journal of Personality and Social Psychology*, 97, 2009 pp. 142-155.
- 15 D. Matassino, *Effetto della complessità del biosistema sulla personalità. Corso di alta formazione per dirigenti e professionisti*, *op. cit.*

(a) cosa succede quando individui geneticamente identici o meglio 'quasi identici' vengono posti nello stesso ambiente?

(b) l'individualità è relazionata a una neurogenesi adulta?

(c) singole differenze iniziali comportamentali sono determinanti per l'insorgenza delle differenze individuali o queste ultime emergono da variazioni *ex novo*?

Topi con elevato *inbred*¹⁶ allevati nello stesso ambiente evidenziano una 'neurogenesi adulta' statisticamente diversa tra un individuo e l'altro, quale effetto di una dinamica 'plasticità encefalica'; in particolare, gli individui presentanti una 'entropia di circolazione' (*roaming entropy*)¹⁷ più elevata, quindi un comportamento 'più esplorativo', sono caratterizzati anche da una *neurogenesi ippocampale* più attiva rispetto ai soggetti che esibiscono un comportamento 'meno esplorativo'¹⁸. Questo risultato supporta l'ipotesi che la funzione della *neurogenesi* adulta sia quella di modellare la *connettività* dell'ippocampo secondo le esigenze individuali al fine di migliorare la 'capacità al costruttivismo'¹⁹ del singolo soggetto in un de-

16 Il grado di *inbreeding* viene valutato sulla base del 'coefficiente di *inbreeding*' o 'coefficiente di *inincrocio*' stimante la probabilità che un *locus* eterozigote diventi omozigote in un individuo per il fatto che i genitori sono parenti.

17 'Entropia di circolazione' (RE, *roaming entropy*): indica la copertura 'attiva' del territorio da parte di un animale in un dato periodo di tempo; il valore di RE può variare da 0 a 1: è pari a 0 quando l'animale rimane nello stesso posto per tutta la notte, mentre è massima quando il topo trascorre un eguale ammontare di tempo in corrispondenza di ciascuna delle antenne collegate a un sistema RFID (*radio frequency identification system* = sistema di identificazione basato su radiofrequenza) utilizzato per tracciare i movimenti dell'animale entro la gabbia sperimentale; la RE diminuisce se un soggetto visita meno antenne o spende più tempo in poche aree della gabbia e aumenta se un soggetto visita più antenne o trascorre meno tempo in un'area limitata della gabbia.

18 J. Freund, A.M. Brandmaier, L. Lewejohann et al., *Emergence of Individuality in Genetically Identical Mice*, Science, 340, 2013, pp. 756-759.

19 L'espressione 'capacità al costruttivismo' o 'costruzione della propria nicchia ecologica' di un 'fenotipo' indica che le 'novità evolutive', per quanto imprevedibili, non sono una produzione 'dal nulla', ma una trasformazione di 'precedenti potenzialità' grazie alle quali gli organismi partecipano attivamente alla 'costruzione' del microambiente in cui vivono. Il concetto di 'capacità al costruttivismo' di un fenotipo è connesso a quello di 'ereditarietà ecologica' (*ecological inheritance*); concetto, quest'ultimo, che considera la selezione naturale dipendente anche dal contributo di un qualunque organismo che vive in quel determinato peculiare microambiente. Infatti: «mentre la trasmissione dei 'geni' (segmenti di DNA codificanti polipeptide/i) è una partita che si gioca tra le mura di casa, la trasformazione dell'ambiente ecologico è un fenomeno che coinvolge non soltanto i propri simili, ma anche le specie che vivono nella medesima regione e che

terminato microambiente. La *dinamicità* della *'plasticità encefalica'* legata a un'intensa *neurogenesi* di aree encefaliche, particolarmente dell'ippocampo, trova conferma nella scoperta, nell'uomo, che le cellule (neuroni) ippocampali risultano sempre di età molto recente²⁰; questo fenomeno può essere interpretato come un *'continuum'* di rigenerazione dei neuroni fino a un'età avanzata (92 anni)²¹. La dimostrazione di una *'neurogenesi adulta'* dipendente da *'complessi'* e *'sostanziosi'* meccanismi molecolari, viene considerata utile per una *'interpretazione epigenetica'* delle differenze individuali di *'plasticità comportamentale e neurale'*, in senso lato. Alcune possibili deduzioni possono essere così sintetizzate:

(a) l'impossibilità di conseguire una *'omozigosi'* a tutti i *'loci'* comporta l'inevitabile esistenza di una minima *'variabilità genetica'* responsabile di piccole differenze funzionali, le quali si amplificano nel corso dell'*ontogenesi*; tale variabilità, dovuta a nuove mutazioni, è da attribuire a 8-12 polimorfismi al singolo nucleotide (SNP, *single nucleotide polymorphism*)

in qualche modo ne condividono il destino». 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*» (D. Matassino, *Lezioni corso di miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica*, Facoltà di Agraria Università degli Studi di Napoli Federico II anno 1975; Id., *Biotechniche innovative delle produzioni animali*, convegno CNR, Ente Fiera del Levante, Sessione Biotecnologie, mimeografato, 1989; Id., *Impariamo dalla natura*, convegno «Progetto Ambiente», Colle Sannita (BN) 14-15 febbraio 1992 in *L'Allevatore* 48(17), pp. 18-19, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013]; R.C. Lewontin, *Theoretical population genetics in the evolutionary synthesis*, in E. Mayr, W. Provine (eds), «The Evolutionary Synthesis», Harvard University Press, Cambridge & Cambridge, London 1980 pp. 58-68; Id. *Biologia come ideologia*, Bollati Boringhieri, Torino 1993; Id. *Il sogno del genoma umano e altre illusioni della scienza*, Laterza, Bari 2004; F.J. Odling-Smee, K.N. Laland, M.W. Feldman, *Niche construction: the neglected process in evolution*, Princeton University Press, Princeton 2003, p. 468; T. Pievani, *Quando l'evoluzione è un mosaico*, *Le Scienze*, agosto 2013 pp. 18-19; J.N. Thompson, *Relentless evolution*, University of Chicago Press, Chicago 2013, pp. 509).

- 20 L'età dei neuroni è stata stimata mediante *spettrometria di massa* confrontando il livello di C¹⁴ dei neuroni con quello presente nell'atmosfera; tale presenza è dovuta ad accumulo conseguente agli esperimenti nucleari realizzati negli Stati Uniti, in Unione Sovietica e nel Regno Unito negli anni '60; attraverso la catena alimentare, il C¹⁴ introdotto nell'atmosfera sarebbe entrato a far parte dei neuroni.
- 21 K.L. Spalding, O. Bergman, K. Alkass et al., *Dynamics of Hippocampal Neurogenesis in Adult Humans*, *Cell*, 153, 2013, pp. 1219-1227.

entro l'intero genoma²²; ulteriori differenze genetiche potrebbero consistere in un polimorfismo a carico di *loci microsatellite* e/o nell'inserzione 'casuale' di 'trasposoni' (geni 'saltatori' o 'ballerini'), ecc.²³;

(b) la regolazione 'genica' stocastica potrebbe indurre differenze tra stati molecolari; tali differenze tendono ad amplificarsi nel corso dell'esperienza individuale;

(c) nel corso del tempo, le scelte comportamentali individuali possono condurre a una 'deriva epigenetica' che riflette un effetto cumulativo delle suddette scelte;

(d) nei gemelli 'monozigoti umani' le differenze 'epigenetiche' tendono ad aumentare dalla 'giovinezza' alla 'vecchiaia'²⁴;

(e) la nutrizione e le relative interferenze biochimiche, la modalità di parto (naturale, cesareo, distocico, ecc.), il microambiente postnatale (epimelesi, tipo di allattamento, ecc.), nonché altri fattori contribuiscono a esaltare l'effetto 'epigenetico';

(f) la psicologia e la neurobiologia, con particolare riferimento all' 'autorganizzazione neurale' ipotizzano, a ragion veduta, che piccole 'perturbazioni' in momenti sensibili dell'ontogenesi favoriscano l'insorgere di differenze individuali nella 'plasticità neurale' e 'comportamentale'²⁵.

L'importanza dei trasposoni nel contribuire alla caratterizzazione dell' 'individualità delle facoltà cognitive' viene sostenuta da A.R. Muotri et al.²⁶ nella specie murina e da N.G. Coufal et al.²⁷ in quella umana; infat-

22 D. W. Bailey, *How pure are inbred strains of mice?*, *Immunol, Today*, 3, 1982, pp. 210-214.

23 C. Julier, B. Gouyon, M. Georges et al., *Minisatellite linkage maps in the mouse by cross-hybridization with human probes containing tandem repeats*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 87, 1990, pp. 4585-4589; R. Lathe, *The individuality of mice*, *Genes, Brain and Behavior*, 3 (6), 2004, pp. 317-327.

24 R.P. Talens, K. Christensen, H. Putter et al., *Epigenetic variation during the adult lifespan: cross-sectional and longitudinal data on monozygotic twin pairs*, *Aging Cell*, 11, 2012, pp. 694-703.

25 P.B. Baltes, J.R. Nesselroade, S.W. Cornelius, *Multivariate antecedents of structural change in development: a simulation of cumulative environmental patterns*, *Multivariate Behav. Res.*, 13 (2), 1978, p. 127; M.E. Raijmakers, P.C. Molenaar, *Modeling developmental transitions in adaptive resonance Theory*, *Dev. Sci.*, 7, 2004, p. 149; K. Friston, M. Breakspear, G. Deco, *Perception and self-organized instability*, *Front. Comput. Neurosci*, 6, 2012, p. 44.

26 A.R. Muotri, V.T. Chu, M.C.N. Marchetto et al., *Somatic mosaicism in neuronal precursor cells mediated by L1 retrotransposition*, *Nature*, 435, 2005, pp. 903-910.

27 N.G. Coufal, J.L. Garcia-Pperez, G.E. Peng et al., *L1 retrotransposition in human neural progenitor cells*. *Nature*, 460, 2009, pp. 1127-1131.

ti, questi Autori mettono in luce, *in vitro*, una marcata attività di ‘retrotrasposizione’ da parte di retrotrasposoni appartenenti alla categoria dei LINE-1 (*Long interspersed element 1*= elementi lunghi interspersi 1) o L1²⁸ in cellule progenitrici di cellule neurali dell’encefalo. Tale attività si concretizzerebbe in un vero e proprio ‘mosaicismo somatico (fenotipico) neurale’: ogni popolazione di neuroni differirebbe da un’altra per il sito di inserzione e per il numero di retrotrasposoni entro il proprio genoma. Tale scoperta alimenterebbe l’ipotesi che la ‘retrotrasposizione’ possa contribuire alla ‘diversità’ umana in termini di facoltà cognitive. È possibile che anche in gemelli ‘monozigoti’ (geneticamente quasi identici) vi siano ‘aree cerebrali geneticamente differenti’ per effetto di eventi di ‘retrotrasposizione’ i quali si verificano nelle cellule progenitrici di quelle neuronali durante lo sviluppo fetale del sistema nervoso; *tali eventi modificherebbero l’assetto genetico individuale dell’encefalo rispetto a quello presente al concepimento*²⁹. N.G. Coufal *et al.*³⁰ evidenziano, ‘*in vivo*’, l’esistenza di una elevata attività di ‘retrotrasposizione encefalica’ attribuita a un’elevata presenza di retrotrasposoni della serie L1 a livello dell’encefalo (in particolare nella *corteccia cerebrale* e nel *giro dentato*) rispetto ad altri distretti corporei (cuore e fegato) dello stesso individuo.

Per approfondimenti in merito alla ‘individualità’ encefalica quale frutto di ‘plasticità encefalica’ si rimanda a D. Matassino³¹.

La ‘plasticità’ della ‘persona’ sarebbe ‘guidata’ da una serie di segnali fra i quali quelli provenienti dal ‘nutriepigenoma’³² (uno dei fattori più influenti

28 *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* (D. Matassino, *Laicità della scienza*, Ciclo seminariale «Fede e Ragione», Napoli, 11 febbraio 2008, in G. Di Palma, P. Giustiniani (a cura di), «Teologia e Modernità. Percorsi tra ragione e fede», Pontificia Facoltà Teologica dell’Italia Meridionale, 2010, pp. 127-234).

29 S. L. Martin, *Jumping-gene roulette*, Nature, 460, 2009, pp. 1087-1088.

30 N.G. Coufal, J.L. Garcia-Perez, G.E. Peng *et al.*, *op. cit.*

31 D. Matassino, *op. ult. cit.*

32 *Nutriepigenoma*: insieme delle modificazioni chimiche (metilazione, acetilazione, fosforilazione, ubiquitinazione, ecc.) della cromatina (insieme del DNA e delle proteine istoniche) indotte dalle biomolecole ‘nutrizionali’ ‘extranutrizionali’ ‘salutistiche’ o ‘nutraceutiche’ presenti in un alimento regolanti l’espressione del

sulla suddetta *'plasticità'*, in funzione del *'metaboloma'*; *'metaboloma'* altamente condizionato nella sua attività *'interattomica'* da tutto un insieme di vincoli (*constraint*) in grado di favorire o meno l'omeostasi. *Olisticamente, l'essere vivente va considerato come un 'intero biologico'* e non come un *'semplice montaggio'* di parti separate. Una esemplificazione del complesso di *'vincoli'* influenzanti la costruzione di un essere vivente può essere quella riportata nella figura 1 che si riferisce alla rappresentazione della *'rete di vincoli'* e del probabile *'sistema operativo'*; sistema comprendente sia la fase di *'capacità al costruttivismo'* del *singolo organismo* che quella *'selettivo-stocastica'* operativa a livello popolazionistico. La figura 1 evidenzia che alcuni *'constraints'*³³ (*genetici e filogenetici*) e la relazione *'genotipo ↔ fenotipo'* sono compresi nell'area di *'transvariazione'* fra le due fasi: *«organistico "costruttiva"»* e *«popolazionistico "selettivo-stocastica"»*³⁴.

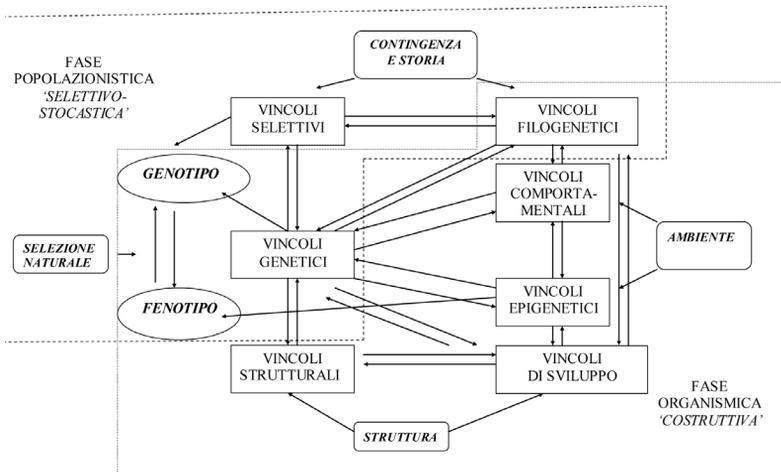


Figura 1. Rete di *'vincoli'* (*constraints*) e probabile *'sistema operativo'*
 (M. Sarà, *L'evoluzione costruttiva*, Ed. UTET Torino 2005, pp. 584;
 modificata da D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia et al.,
Genomica e proteomica funzionali, op. cit.).

genoma di un individuo; la conoscenza degli effetti delle suddette biomolecole sull'espressione del genoma di un individuo è denominata *'nutriepigenomica'*.

33 *Constraint* (vincolo): termine proposto da S.J. Gould (1989) e che ha nella sua radice etimologica latina il significato di *'stringere'* in senso sia *positivo* che *negativo*.

34 D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia et al., *Genomica e proteomica funzionali, op. cit.*

Dalla suddetta rappresentazione emerge come la *complessità di qualsiasi comportamento biologico* sia governata da una struttura costituita da diversi livelli organizzativi, regolati ciascuno da norme proprie ma, al contempo, interconnessi da rapporti *'istantanei'* quindi *'stocastici'*³⁵.

La *'complessità'*, con particolare riferimento a quella di un *'biosistema'*, si concretizza in un vero e proprio *'sistema complesso'* perché *'imprevedibile'*. L'*'imprevedibilità'* sarebbe imputabile, tra l'altro, a due *'condizioni'* che contribuiscono a definire lo *'status'* del *'biosistema'*³⁶:

(a) la *'condizione'* di *'non totale compatibilità'* tra tutti i *'vincoli'* del *'biosistema'*, la quale determina una vera e propria *'struttura caotica deterministica'*;

(b) la *'condizione'* di *'totale rispetto delle regole della meccanica quantistica'*, la quale impone l'intervento di *'fenomeni quantistici'* quale, a esempio, l'*'entanglement'* (groviglio) quantistico che lega le singole particelle in un'*'unica'* entità *'macroscopicamente complessa'* e *'microscopicamente non scomponibile'*.

Nell'ambito di questo *'complesso sistema biologico'*, un *'alimento'* può influenzare l'*'umore'* e, in generale, lo *'stato psichico'* di una *'persona'*; già G.C. Lichtenberg (1742-1749) afferma: *«Chissà che una buona minestra non sia responsabile dell'invenzione della pompa pneumatica e una cattiva*

35 T.M. Bettini, *L'animale uomo e gli altri animali: gli 'automi biologici'*, Prod. Anim., 8, 1969, pp. 233-255; D. Matassino, *Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica*, Eserc. Accad. Agr. di Pesaro, Serie III, 9, 1978, pp. 33-98; Id., *Bioterritorio intelligente in funzione della geografia della salute*, convegno «Modernizzazione e sviluppo del sistema agro-pastorale in Capitanata: dall'indagine storica alla realtà attuale», organizzato da Università degli Studi di Foggia, Accademia dei Georgofili (Sezione Sud-Est), Accademia Pugliese delle Scienze, Foggia, 15 novembre 2012, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

36 D. Matassino, *Etica e biodiversità*, Atti VI Conv. Naz. «Biodiversità: opportunità di sviluppo sostenibile», Bari, 6-7 settembre 2001, Volume 1, ARS, 82, pp. 27-44, 2001; D. Matassino, A. Di Luccia, C. Incoronato et al., *Biodiversità prospettica alcune riflessioni epistemologiche ed ermeneutiche (I parte)*, ARS, 128, 2011, pp. 23-28, cfr. http://www.istitutobioetica.org/global_bioethics/bioetica_ambientale/bio_ambientale.htm [accesso del 18.11.2013], http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013]; D. Matassino, A. Di Luccia, C. Incoronato et al., *Biodiversità prospettica alcune riflessioni epistemologiche ed ermeneutiche (II parte)*, ARS, 129, 2011, pp. 29-34, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013]; D. Matassino, A. Di Luccia, C. Incoronato et al., *Biodiversità prospettica alcune riflessioni epistemologiche ed ermeneutiche (III parte)*, ARS, 130, 2011, pp. 29-36. Cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

va di una guerra»³⁷. Infatti, numerosi sono gli autori che evidenziano come la 'qualità' della 'frazione lipidica' di un 'alimento' ingerito possa intervenire nella definizione del 'livello' di 'aggressività' dello stesso³⁸.

D'altra parte, l'apporto, mediante l'alimentazione, di *acidi grassi* del tipo ω -3 favorirebbe la '*plasticità encefalica*' attraverso un incremento, nell'ippocampo, dei livelli del fattore di crescita BDNF (*Brain Derived Neurotrophic Factor = Fattore Neurotrofico Cerebrale*). Tale '*fattore di crescita*', la cui molecola è rappresentata da una struttura di natura proteica, sarebbe dotato, fra l'altro, di particolari proprietà, come la capacità sia di favorire i collegamenti tra i neuroni, quindi la formazione della '*rete neuronale*', sia di proteggere alcuni tipi di neuroni. Una riduzione dei '*livelli*' di BDNF determinerebbe atrofia di neuroni a carico di alcuni circuiti neuronali; atrofia responsabile di stati di depressione o di disturbi dell'*'umore*'³⁹.

La '*diversità biologica di un dato bioterritorio*', quale garante di un'ampia disponibilità di alimenti, è il motore fondamentale per la produzione di cibo in grado di favorire nell'uomo un '*benessere*' fisico psichico sociale dinamico nello spazio e nel tempo⁴⁰. Questo '*benessere*' si identifica con ciò che M. Csikszentmihalyi⁴¹ (ossessionato dalla '*felicità*') assimila al '*flow*', che può essere '*definito*' come «condizione che viviamo quando facciamo una cosa che pensiamo di saper fare bene, che esprime ciò che

37 D. Matassino, *Tutela della biodiversità e salute umana*, Convegno «Tradizione alimentare dell'Appennino Campano e prevenzione dei tumori», organizzato da: Comune di Acerno, ConSDABI e Istituto Nazionale Tumori IRCCS – Fondazione Pascale, Acerno (SA) 6 ottobre 2012, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

38 F. Gomez-Pinilla, *Brain foods: the effects of nutrients on brain function*, Nature Reviews Neuroscience, 9, 2008, pp. 568-578; A. Zaalberg, H. Nijman, E. Bulten et al., *Effects of nutritional supplements on aggression, rule-breaking, and psychopathology among young adult prisoners*, Aggressive Behavior, 36, 2010, pp. 117-126; A. Sánchez-Villega, L. Verberne, J. De Irala et al., *Dietary Fat Intake and the Risk of Depression: The SUN Project*, PLoS ONE, 6 (1), 2011, pp. e16268; S. Reinderberger, *Cibo per la mente*, Mente e Cervello, 92, 2012, pp. 34-39.

39 D. Matassino, *Tutela della biodiversità e salute umana*, op. cit.

40 D. Matassino, *La biotecnologia tra libertà di ricerca e regolamentazione*, Atti Secondo Convegno Regionale di Bioetica per la Scuola «Prolungamento della vita umana e ingegneria genetica» - Istituto di Bioetica Campania, Capua (CE), 27 marzo 2004 in M.A. La Torre (Ed.), «Bioetica e diritti umani», Luciano Editore, 2005, pp. 143.

41 M. Csikszentmihalyi, *Intervista di P.E. Cicerone a M. Csikszentmihalyi* «Ossessionato dalla felicità», Mente e Cervello, 103, 2013, pp. 31-35.

pensiamo di essere» e *'interpretato'* come *'benessere'* legato all'impegno e alle sfide proprie della *'psicologia positiva'*; quest'ultima costituisce una nuova branca della *'psicologia mondiale'* concretizzantesi in ciò che viene definito *'esperienza ottimale'*. Secondo M. Csikszentmihalyi⁴², la *'psicologia positiva'* o *'esperienza ottimale'*, condurrebbe a migliorare la *'felicità'* e la *'creatività'* di un individuo. Nella vita diventa importante l'atteggiamento dell'individuo in relazione all'attività che egli svolge e, pertanto, tutte le volte in cui si affronta una sfida difficile, ma con un atteggiamento di ottimismo, l'individuo vive il suo *'flow'*. Infatti, W. Churchill (1874-1965) afferma; «l'ottimista vede opportunità in ogni pericolo, il pessimista vede pericolo in ogni opportunità».

Questa visione positiva della vita, anche identificabile con uno *'stato attivo di benessere'*, è opposta alla cosiddetta *'vulnerabilità emotiva'* degli *psicologi cognitivi*⁴³.

Già a partire dal 1700 (L.A. Muratori⁴⁴, P. Verri⁴⁵, A. Dragonetti⁴⁶, A. Genovesi⁴⁷, G. Palmieri⁴⁸) si parla di *'felicità pubblica'*. La *'felicità pubblica'* è da considerare una *virtù* economica in quanto nasce dalla necessità di associare la *'felicità'* all'*'economia'* e, pertanto, trova espressione nella *'coltivazione'* sia della *'virtù'* intesa come *'frutto'* della fatica e *'cura'* della terra, sia di beni relazionali, politici e civili⁴⁹. Il concetto di *'felicità pubblica'* e il più ampio scenario dell'*'economia civile'* sarebbero da considerare una vera e propria *«rivoluzione copernicana»* e

42 M. Csikszentmihalyi, *Intervista di P.E. Cicerone a M. Csikszentmihalyi* «*Ossessione dalla felicità*», *op. cit.*

43 E. Fox, *L'essenza dell'ottimismo*, *Mente e cervello*, 103, 2013.

44 L.A. Muratori, *Della Pubblica felicità: oggetto de' buoni principi*, Albrizzi, Venezia 1749, pp. 403.

45 P. Verri, *Meditazioni sulla felicità*, G. Aubert, Livorno, 1763.

46 G. Dragonetti, *Delle virtù e de' premj*, Modena 1768 (prima edizione napoletana, anonima, 1766).

47 A. Genovesi, *Diceosina o sia della Filosofia del Giusto e dell'Onesto*, G.M. Porcelli, Napoli, 1794.

48 G. Palmieri, *Riflessioni sulla pubblica felicità relativamente al Regno di Napoli*, Ed. V. Flauto, Napoli, 1788.

49 A. Genovesi, *Delle lezioni di commercio, o sia d'economia civile, da leggersi nella cattedra intieriana, dell'abate Genovesi, regio cattedratico*, Fratelli Simone Napoli, 2 voll. (parte prima, per il primo semestre: 1765; parte seconda, per il secondo semestre: 1767), ora in A. Genovesi, *Delle lezioni di commercio o sia di economia civile con elementi del commercio*, a cura di Maria Luisa Perna, Istituto italiano per gli studi filosofici, collana «Economisti meridionali», Napoli, 2005; A. Genovesi, *Diceosina o sia della Filosofia del Giusto e dell'Onesto*, *op. cit.*; L. Bruni, *Felicità, virtù economica*, *Avvenire*, 30 settembre 2012.

si rivelerebbero sempre più consone, rispetto all' 'economia classica', a supportare lo sviluppo tecnico e sociale in atto. L' 'economia civile' «può costituire una moderna lettura dei fenomeni economici utile alla complessità del mondo attuale»⁵⁰.

Il concetto di 'economia civile' è strettamente connesso a quello di 'bene comune'; concetto, quest'ultimo, ribadito da J.M. Bergoglio⁵¹: «Accanto al bene individuale, c'è un bene legato al vivere sociale delle persone: il bene comune. È il bene di quel "noi-tutti", formato da individui, famiglie e gruppi intermedi che si uniscono in comunità sociale»... «Impegnarsi per il bene comune è prendersi cura, da una parte, e avvalersi, dall'altra, di quel complesso di istituzioni che strutturano giuridicamente, civilmente, politicamente, culturalmente il vivere sociale, che in tal modo prende forma di pólis, di città».

I. Illich e S. Latouche⁵², nell'ambito dei concetti di 'decrescita conviviale', di 'decrescita frugale' e di 'abbondanza frugale', sostengono che la 'felicità' e il 'benessere' dell'uomo non sarebbero collegati, solamente, ai progressi della scienza e della tecnica. In particolare, S. Latouche⁵³ così si esprime: «Lo sviluppo non è né auspicabile né sostenibile. Non auspicabile perché potremmo vivere meglio e essere più felici in un mondo organizzato su basi differenti. Non sostenibile poiché la crisi ambientale è causata dalla crescita: ogni progresso dell'uomo avviene a scapito delle risorse umane. La società della 'decrescita' è una utopia, ma si contrappone a un'ideologia che ci sta conducendo all'autoannientamento. Bisogna cambiare strada, perché ormai non siamo più in tempo per rallentare questo bolide destinato a schiantarsi».

50 Per approfondimenti in merito all' *economia civile* e alla *bioeconomia* si rimanda a D. Matassino e M. Occidente, *Alcune riflessioni etiche sulla gestione di un bioterriorio*, Italiaetica, n. 1. Luglio, 2011, pp. 8-28; R. Ruffini, *Da Genovesi a Zappa, Appunti per un'analisi dei legami tra l'economia aziendale e l'economia civile*, Liuc Papers n. 238, Serie Economia Aziendale 34, febbraio 2011, cfr. <http://www.biblio.liuc.it/liucpap/pdf/238.pdf>.

51 J.M. Bergoglio, *Dialogo aperto con i non credenti*, La Repubblica, 11 settembre 2013.

52 I. Illich, *La convivialità*, Senil, Paris, 1973 (traduzione italiana 'La convivialità', Boroli Editore, Milano, 2005, pp. 142); S. Latouche, *Come sopravvivere allo sviluppo. Dalla decolonizzazione dell'immaginario economico alla costruzione di una società alternativa*, Bollati Boringhieri Torino 2005, pp. 105; S. Latouche, *Come si esce dalla società dei consumi. Corsi e percorsi della decrescita*, Bollati Boringhieri Torino, 2011, pp. 207; S. Latouche, *Per una decrescita frugale. Malintesi e controversie sulla decrescita*, Bollati Boringhieri, Torino, 2012, pp. 150.

53 S. Latouche, *Un bolide destinato a schiantarsi*, Slow Food, 56, 2012, pp. 30-31.

L'esperienza di *'benessere'* è funzione di ciò che Dante Alighieri afferma nel *De monarchia* (probabilmente 1312-1313): «ogni essere vivente prende forza dall'agire che esprime il suo essere»; concetto le cui fondamenta risalgono già al pensiero di Aristotele (384/383 a.C. – 322 a.C.) che, con il termine *'ευδαιμονία'*⁵⁴, si riferisce alla *'felicità'* come attuazione delle proprie capacità; attuazione che si concretizza in uno stato di *'perfezione individuale'*; pertanto, la *'felicità'* va perseguita come un fine naturale della vita umana. Aristotele considera la *'felicità'* costituita da due elementi: l'*'edonia'* o piacere semplice e l'*'eudaimonia'* che conferisce un significato all'*'edonia'*.

In tal senso, il concetto di felicità può essere identificato con il termine *'exousia'* nel significato di *'provviene dall'essere'* che si è. «Non si tratta di qualcosa di esteriore o di forzato, dunque, ma di qualcosa che emana da dentro e che si impone da sé»⁵⁵.

Per realizzare lo stato di *'benessere'*, determinanti sono i fattori *'neurobiologici'*, intesi come percorsi cerebrali regolanti l'*'autocontrollo'*. Evidenze scientifiche, basate sulle tecniche⁵⁶ fMRI, EEG, MEG, TMS, tDCS, consentono di trarre informazioni sull'attivazione di determinate aree encefaliche nelle situazioni di *'autocontrollo'* sociale; esse mettono in luce che questo *'autocontrollo'* sarebbe caratterizzato da una grande *'diversità'* tra gli individui per cui, ancora una volta, si può affermare che l'*'impronta neurale individuale è fortemente variabile'*⁵⁷.

Tra i fattori che svolgono un ruolo peculiare, una notevole influenza è da attribuire alla *'corteccia prefrontale'* che, come è noto, si sviluppa quando l'uomo emigra dalla savana all'intero *pianeta terra* e quindi modifica il suo *'regime alimentare'*, nel senso che diventa onnivoro, per la ricchezza delle molecole *'nutraceutiche'* degli alimenti di origine animale⁵⁸.

54 Termine composto da *eu* (bene) e *δαιμον* - ovos (demone) = buona sorte.

55 J.M. Bergoglio, *Dialogo aperto con i non credenti*, op. cit.

56 fMRI (*functional magnetic resonance imaging* = risonanza magnetica funzionale); EEG (elettroencefalogramma); MEG (magneto-encefalo-grafia); TMS (*transcranial magnetic stimulation* = stimolazione magnetica transcranica); tDCS (*transcranial direct current stimulation* = stimolazione transcranica a corrente continua).

57 D. Knoch, E. B. Schiller, *Il freno dei neuroni*, *Mente e cervello*, 103, 2013, 96-101.

58 D. Matassino, *Introduction*, in R. Rubino, L. Sepe, A. Dimitriadou et al. (Eds.), *Livestock farming systems – Product Quality based on local resources leading to improved sustainability*, European Association of Animal Production (EAAP) publications, 118, Wageningen Academic Publishers The Netherlands, 2006, pp. 3-4.

Si comprende come nell' eseguire un compito in modo 'corretto' e, forse, 'disinteressato', si acquisisce una continua esperienza che si concretizza in un vero e proprio «piacere» con l' aumentare del grado di complessità dell'atto da realizzare, anche se ciò richiede un incremento di impegno.

D' accordo con M. Csikszentmihalyi⁵⁹ «Ogni generazione deve riscoprire le scoperte del passato e proporle in un modo che abbiano senso per il tempo presente».

La soluzione dei problemi connessi alla 'complessità' della 'vita reale' è fortemente tendente a individuare il/i corretto/i equilibrio/i tra le sollecitazioni dei fattori 'interni' ed 'esterni' all'individuo e la «capacità» di armonizzare queste sollecitazioni al fine di realizzare questo stato di 'flow'.

'Volere' e 'gradire' sarebbero controllati da differenti meccanismi cerebrali, ma entrambi sono coinvolti nel rendere gratificante un'esperienza. «Il cibo è una delle strade più universali verso il "piacere"»; alcune ricerche hanno messo in luce che la risposta al cibo è una *finestra* attraverso la quale è possibile studiare i meccanismi che sottendono il piacere, nonché alcune risposte che non sono esprimibili a parole (a esempio mimica facciale) di fronte a cibi particolarmente graditi. Una sensazione 'piacevole' è un'«esperienza complessa» frutto dell'attività di diverse regioni encefaliche. Un «mantello» di regioni corticali traduce le informazioni ricevute dai circuiti 'voglio' e 'mi piace' nel 'piacere cosciente' e regola questa sensazione sulla base di segnali in arrivo da altre regioni encefaliche. Sempre nell'encefalo, due 'hotspot edonici'⁶⁰ (punti caldi edonici) interagiscono per generare la risposta di 'piacere' soggettivo. Entro l' 'hotspot edonico' intervengono due neurotrasmettitori (encefalina e anadamide), i quali cooperano formando un circuito che potenzia la sensazione 'inebriante'⁶¹.

59 M. Csikszentmihalyi, *Intervista di P.E. Cicerone a M. Csikszentmihalyi* «*Ossezzionato dalla felicità*», op. cit.

60 Un 'hotspot edonico' è localizzato nel guscio mediano, una sottoregione del nucleo accumbens posto nel prosencefalo basale e appartenente al sistema limbico; quest'ultimo svolge un ruolo chiave nel comportamento emotivo. Un secondo 'hotspot' si trova all'interno del nucleo pallido ventrale, struttura prossima al prosencefalo.

61 M.L. Kringsbach e K.C. Berridge, *Il cervello e la felicità*, Le Scienze, 530, 2012, pp. 82-87.

2.2. Evoluzione 'biologica' e 'alimentare': due espressioni della 'capacità al costruttivismo' dell'uomo

L'evoluzione '*biologica*' è una proprietà intrinseca dell'essere vivente. Per sottolineare l'importanza della evoluzione in biologia si riporta quanto afferma T. Dobzhansky⁶² «Nulla in biologia acquista un senso se non alla luce dell'evoluzione».

L'evoluzione '*biologica*' può essere considerata un processo *transgenerazionale* con velocità dipendente dalle *contingenze* intrinseche all'*organismo* o relative al *contesto ambientale*. A evolvere sono prodotti (organismi e strutture) e processi (funzionamento). Uno dei principali risultati dell'evoluzione '*biologica*' è la '*biodiversità*' che si può rilevare a diversi livelli organizzativi (*submolecolare, molecolare, cellulare, tissutale, organico, organismico, biocenotico, ecosistemico*). Ogni livello è caratterizzato da norme proprie e da norme di vita di relazione con gli altri livelli. In tale contesto, in sostituzione del termine '*carattere*' o '*manifestazione fenotipica*' viene introdotto il concetto di '*attributo di un oggetto del sistema animale a qualsiasi livello di organizzazione*'. Conseguentemente, il tipo di variazione della '*manifestazione fenotipica*' diventa una funzione parametrica dell'attributo, per cui si passerebbe a una '*genetica*'⁶³:

(a) *informatica* propria degli acidi nucleici, del codice genetico e della sua trascrizione;

(b) *cibernetica* rispetto al *canale interno* o *genetica dello sviluppo* o *fisiologia del segmento di DNA*;

(c) *cibernetica di campo* nel senso di dinamica della variazione come risultato delle interazioni '*genoma-ambiente*' entro e fra gli individui.

L'evoluzione, intesa come trasformazione di '*precedenti potenzialità*', può essere considerata la realizzazione continua del binomio dinamico aristotelico '*potenza e atto*'. La '*potenza*' è la idoneità della materia a svilupparsi in una determinata forma. L' '*atto*' è la realizzazione di una data po-

62 T. Dobzhansky, *Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution*, The American Biology Teacher, 35, 1973, pp. 125-129.

63 T.M. Bettini, *L'animale uomo e gli altri animali: gli 'automi biologici'*, Prod. Anim., 8, 1969, pp. 233-255; T.M. Bettini, *Concezioni moderne sulla validità dei cosiddetti gruppi etnici, anche ai fini dello sviluppo zootecnico*, in «Riproduzione animale e fecondazione artificiale», Edagricole Bologna, 1972, pp. 23-44; D. Mattassino, *Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica*, Eserc. Accad. Agr. di Pesaro, Serie III, 9, 1978, pp. 33-98.

tenza e si concretizza nell' 'entelèchia'⁶⁴. 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 spazio⁶⁵.

C.R. Darwin⁶⁶ afferma: «Non è la specie più forte, né quella più intelligente a sopravvivere, ma quella che risponde meglio al cambiamento» (NdA: dotata di più elevata 'capacità al costruttivismo'⁶⁷).

H. Bergson⁶⁸ propone il termine 'creativo' nel senso di 'élan vital' (slancio vitale) per indicare «la capacità di produrre un flusso continuo di "novità evolutive"». Secondo la dottrina filosofica 'realistica' inglese, riconducibile a quest'ultimo Autore, non vi potrebbe essere 'evoluzione' senza 'canalizzazione'. L'evoluzione è resa possibile da 'dighe' o, fuori metafora, da 'piani di organizzazione cosmica' che ne disciplinano il flusso⁶⁹.

Formulata originariamente circa centocinquanta anni fa, la teoria dell'evoluzione viene modificata più volte per accogliere le maggiori acquisizioni della ricerca biologica.

A esempio, si ricorda il contributo innovativo fornito da N. Eldredge e S.J. Gould⁷⁰ al non mai sopito dibattito sull'evoluzione. Questi Autori trattano l'origine e le modalità di comparsa delle specie su tempi geologici e propongono la teoria degli 'equilibri intermittenti' (*punctuated equilibria*), contrapposta a quella darwinista e neodarwinista del 'gradualismo fileti-

64 *Entelèchia* (o *entelelècheia*): (a) secondo Aristotele, è lo stato di perfetta attuazione raggiunto dalla sostanza in contrapposizione a 'potenza'; (b) secondo Leibniz, è la sostanza individuale o 'monade', nel senso che essa ha in sé il perfetto fine organico del suo sviluppo; (c) in *biologia*, e per alcuni aspetti nel 'vitalismo', è il principio di 'irriducibilità' (o *teleologico*, per certi versi) degli *organismi viventi*, anche i più semplici, all'azione di fattori – anche elementari – che *obbediscono solamente a leggi fisiche e chimiche* (D. Matassino, *Etica e biodiversità*, Atti VI Conv. Naz. «Biodiversità: opportunità di sviluppo sostenibile», Bari, 6-7 settembre 2001, Volume 1, 2001, pp. 27-44).

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

66 C.R. Darwin, *On the Origin of Species*, John Murray, London 1859.

67 Vedasi nota 19.

68 H. Bergson, *L'évolution créatrice*, trad. it. di P. Serini, *L'evoluzione creatrice*, Mondadori, Milano 1938, pp. 282.

69 T.M. Bettini, *Concezioni moderne sulla validità dei cosiddetti gruppi etnici, anche ai fini dello sviluppo zootecnico*, op. cit..

70 N. Eldredge e S.J. Gould, *Punctuated equilibria. An alternative to phyletic gradualism*, in *Models in paleobiology* (Ed. T.M.J. Schopf), Freeman Cooper San Francisco 1972, pp. 82-115.

co'⁷¹. Secondo la teoria degli *'equilibri intermittenti'*, la storia evolutiva consisterebbe di lunghi periodi di *'stasi'* in cui le specie sono relativamente stabili, interrotti da brevi periodi caratterizzati da rapida evoluzione e comparsa di nuove specie. Tale teoria formulata su *basi paleontologiche* stabilisce una connessione tra *'ecologia'* ed *'evoluzione'* che mancava nelle prime versioni della teoria evolutiva. Essa, infatti, amplia il concetto di evoluzione dal livello intraspecifico a livelli gerarchici superiori di organizzazione biologica, sia genealogici (*'geni'*, organismi, *demi*, specie, *taxa* monofiletici) che ecologici (organismi, *avatar*⁷², ecosistemi locali, ecosistemi regionali) superiori. A esempio, a livelli più alti che interessano più specie o un raggruppamento faunistico, l'equilibrio intermittente può produrre nuove tendenze evolutive mediante una selezione interspecifica basata sulla velocità di comparsa e di estinzione di queste ultime; le estinzioni in massa, a loro volta, *spazzano via intere comunità vegetali e animali per motivi che non hanno alcuna relazione con le lotte 'adattative'* che le singole specie intraprendono nei periodi intercorrenti di stasi. Infatti, *'la paleontologia' mostra come gli eventi evolutivi si manifestino in un contesto 'ecologico' e come esistano interazioni reciproche locali di estinzione e di speciazione causate dal dominio di eventi fisici'*⁷³.

M. Capocci⁷⁴, riferendosi alla visione di N. Eldredge e S.J. Gould⁷⁵, sottolinea che «la storia naturale è fortemente dipendente da eventi casuali o dalla contingenza. Data una catena casuale di eventi, l'ultimo di essi non si sarebbe verificato se una qualsiasi delle fasi precedenti non avesse avuto luogo o fosse stata anche leggermente differente. L'esito finale sarebbe stato altrettanto spiegabile, anche se diverso. Ciò non sta a significare l'as-

71 *La concezione del 'gradualismo filético' ritiene che i cambiamenti osservabili sono il risultato dell'accumulo di piccole variazioni nel corredo genetico sotto la costante pressione della 'selezione naturale'.*

72 *Avatar*: termine introdotto da J. Damuth (*Selection among 'species': a formulation in terms of natural functional units*, *Evolution*, 39, 1985, pp. 1132-1146) per indicare quelle popolazioni in cui *un maschio si dissocia*, in alcuni casi, dagli aggregati delle femmine e dei piccoli, per la maggior parte dell'anno al fine di cooperare alla ottimizzazione della disponibilità delle risorse presenti nel micro-ambiente occupato.

73 N. Eldredge, *Equilibri intermittenti e stasi: nuove idee sull'origine della vita*, *Storia della Scienza*, IX (Parte II), Treccani 2003, pp. 423-431.

74 M. Capocci, *Riflessioni epistemologiche sulla teoria dell'evoluzione: la critica di Gould al darwinismo contemporaneo*, c.f. <http://ulisse.sissa.it/biblioteca/saggio/2007/Ubib070208s002> [accesso del 18.11.2013].

75 N. Eldredge e S.J. Gould, *Punctuated equilibria. An alternative to phyletic gradualism*, *op.cit.*

senza di ‘norme’ di comportamento, ma che queste fanno da sfondo e che i particolari vengono man mano fissati nella storia dell’evoluzione».

Il *modello evolutivo darwiniano originario* (‘mutazione’ e ‘selezione’) si basa fundamentalmente sul principio che la ‘mutazione’ avviene nel genotipo mentre la ‘selezione naturale’ agisce solo a livello del ‘fenotipo’. Pertanto, la *teoria dell’evoluzione* ha richiesto una integrazione che tenesse conto dei progressi di conoscenza relativi ai processi attraverso i quali il ‘genotipo’ viene tradotto nel ‘fenotipo’. Attualmente, anche alla luce della esistenza dei ‘vincoli evolutivi’ (*constraint*), già evidenziati, i concetti di *evo-devo* (*evolutionary developmental biology*= *biologia evolutiva dello sviluppo*)⁷⁶, di *plasticità fenotipica*, di *ereditarietà epigenetica* e la *teoria della complessità* acquistano sempre più importanza suggerendo una nuova visione di ‘evoluzione’ riconducibile a ciò che viene denominata ‘*sintesi evolucionistica estesa*’; quest’ultima è una espansione della ‘*sintesi moderna*’ (*neodarwinismo*) e nasce dalla considerazione che la ‘*biologia*’ è una scienza ‘*sintetica*’ frutto di una *visione multidisciplinare*. La ‘*sintesi evolucionistica estesa*’ può essere schematizzata come nella figura 2, dalla quale si evince che il ‘*nucleo*’ originario del ‘*darwinismo*’ si amplia prima verso la SM (‘*sintesi moderna*’ = *modern synthesis*) e poi verso la SE (‘*sintesi estesa*’ = *extended synthesis*). Questa ‘*espansione*’ è rappresentabile da una serie di ‘*ellissi concentriche*’ le quali si estendono arricchendosi man mano di nuovi elementi: l’*ellisse più piccola* rappresenta i due elementi ‘*cardine*’ della teoria di Darwin originaria: ‘*discendenza comune*’ e ‘*selezione naturale*’; la ‘*seconda*’ ellisse, *rappresentativa della SM*, contiene nuove concezioni (*mendelismo, genetica popolazionistica, storia naturale, paleontologia*); la ‘*terza*’ ellisse, *emblema della SE*, incorpora ulteriori concetti (*complessità, ereditarietà epigenetica, genomica, interactomica, evo-devo, plasticità fenotipica, ‘capacità al costruttivismo’ o ‘costruzione della propria nicchia ecologica’ di un ‘fenotipo’*⁷⁷, *contingenza, selezione multilivello, modularità di una entità biologica, ecologia, ecc.*). A causa

76 Da considerare una sintesi tra i concetti di filogenesi (*evolution* = evoluzione) e di ontogenesi (*development* = sviluppo). Il concetto di ‘*evo-devo*’, sebbene formalizzato nel 1999, può essere fatto risalire a: (a) S.J. Gould [*Ontogeny and phylogeny*, Harvard University Press, Cambridge (Mass) 1977, pp. 520], che intuì l’importanza dell’‘*eterocronia*’ (cambiamenti dello ‘*sviluppo*’ nel tempo) quale meccanismo di evoluzione, (b) E.B. Lewis (*A gene complex controlling segmentation in Drosophila*, *Nature* 276, 1978, pp. 565-570) che, con lo studio sistematico in *Drosophila* delle mutazioni dei segmenti di DNA ‘*omeotici*’ (dal greco: *ὁμοίωσις* = *somiglianza*), ha inserito i concetti di ‘*evoluzione*’ e di ‘*sviluppo*’ nella ‘*genetica molecolare*’.

77 Vedasi nota 19.

dell'aumento della conoscenza insita nel concetto di 'scienza', non vi deve essere la pretesa di considerare la 'terza ellisse come l'ultima della storia'⁷⁸.



Figura 2. Rappresentazione concettuale dell'espansione continua della teoria evolutivistica in termini di idee, di nuove evidenze sperimentali e di nuovi settori di studio. L'ellisse più piccola rappresenta il 'darwinismo originale', quella intermedia la SM (sintesi moderna) e quella più grande la SE (sintesi estesa)

(M. Pigliucci, *An Extended Synthesis for Evolutionary Biology*, Ann. N.Y. Acad. Sci., 1168, 2009, pp. 218-228; integrata e modificata).

Secondo D. Matassino *et al.*⁷⁹, nell'ambito della evoluzione 'biologica', la *coevoluzione 'regime alimentare – genoma umano'* e, in senso più ampio, 'cultura-biologia' costituisce una delle 4 'dimensioni' ipotizzate da

78 M. Pigliucci, *An Extended Synthesis for Evolutionary Biology*, *op. cit.*

79 D. Matassino, M. Occidente, C. Incoronato, *Il regime alimentare quale fattore di coevoluzione del genoma umano?*, ARS, 126, 2010, pp. 30-36, c.f. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_pubblicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

E. Jablonka e M.J. Lamb⁸⁰. Queste Autrici ritengono che l'*ereditarietà in chiave evuzionistica* non sarebbe soltanto il risultato della trasmissione di segmenti di DNA codificanti polipeptide/i ('*geni*') ma di una *variazione riconducibile a 'quattro' dimensioni*: (a) *genetica*; (b) *epigenetica*⁸¹; (c) *comportamentale*; (d) *simbolica* (trasmissione tramite il linguaggio o altre forme analoghe di comunicazione). La *quarta dimensione*, comprendente l'*evoluzione umana*', viene condivisa da L.L. Cavalli Sforza⁸² quando afferma: «l'«*evoluzione umana*» è un processo molto più rapido dell'«*evoluzione biologica*», perché la trasmissione, in questo caso, non è mendeliana, ma è «*epidematica*» e l'innovazione è meno «*casuale*» della mutazione ma più «*mirata*» e dispendiosa in quanto, come qualunque innovazione o invenzione, comporta sempre costi oltre che benefici». Specialmente negli ultimi anni, grazie alle molte invenzioni tecniche e biotecniche, L.L. Cavalli Sforza⁸³ ritiene che «l'«*evoluzione umana*» può raggiungere molto rapidamente l'intero pianeta terra» (l'intero cosmo?). Tuttavia, «l'«*evolu-*

80 E. Jablonka e M. J Lamb, *Epigenetic inheritance and Evolution. The Lamarckian dimension*, Oxford University Press, Oxford 1995, pp. 346; Id., *L'evoluzione in quattro dimensioni. Variazione genetica, epigenetica, comportamentale e simbolica nella storia della vita* (traduzione di N. Colombi), UTET, 2007, pp. 578.

81 *Epigenetica*: disciplina basata sull'ipotesi dell'epigenesi risalente a C.F. Wolff [*Theoria generationis, Doctoral dissertation*, Halae ad Salam (Halle an der Saale), 1759, traduzione in tedesco '*Theorie von der Generation*', Berlin, 1764] secondo la quale la cellula sessuale non conterrebbe assolutamente alcunché che assomigli all'organismo che da essa si svilupperà; la generazione dipenderebbe dall'azione di un principio sottile o immateriale; l'«*epigenesi*» si contrappone al «*preformismo*» secondo cui l'adulto si troverebbe già preformato in miniatura (*homunculus*) nello spermatozoo (secondo gli *spermisti*) o nella cellula uovo (secondo gli *ovisti*). C.H. Waddington (*Genetic assimilation of an acquired character*, *Evolution*, 7, 1953, pp. 118-126) identifica l'«*epigenesi*» nella «*biologia dello sviluppo*» e il «*preformismo*» nel «*programma genetico*»; dall'integrazione tra questi due concetti nasce, nel 1953, il termine «*epigenetica*» per indicare «*Tutti i processi di cambiamento durante il ciclo vitale di un organismo le cui istruzioni non sono contenute nella sequenza del DNA*». L'«*epigenetica*» può essere ulteriormente definita come «*lo studio dei cambiamenti ereditabili nell'espressione del DNA dovuti a modificazioni chimiche del DNA senza il verificarsi di variazioni nella sequenza dello stesso*»; definizione ottenuta integrando quella di A.P. Wolffe e M.A. Matzke (*Epigenetics: regulation through repression*, *Science* 286, 1999, pp. 481-486) con quella di K. Singh, R.A. Erdman, J.A. Arias et al. [*Epigenetic regulation of milk production in dairy cows*, in *Book of Abstracts of the 61st Meeting of the European Association for Animal Production*, Heraklion, Creta (Grecia), 23-27 agosto 2010, pp. 1].

82 L. L. Cavalli Sforza, *Relazione presentata in occasione del Convegno «La biodiversità base dell'innovazione»*, Benevento, 16 dicembre 2008, *in press*.

83 *Ibidem*.

zione culturale” può subire rallentamenti a opera specialmente del “conformismo” ma, nonostante ciò, mediamente, essa è più rapida di quella genetica».

Si ipotizza che all’origine della ‘*rivoluzione cognitiva umana*’, verificatasi nell’arco di circa 7 milioni di anni (tempo evolutivo che separa la nostra specie dalle grandi scimmie antropomorfe), vi siano fattori ‘*sociali*’ e ‘*demografici*’ che avrebbero amplificato le ‘*capacità creative*’ dei nostri antenati facilitando gli scambi di idee; sarebbero, quindi, la ‘*ricchezza di rapporti sociali*’ e la ‘*numerosità di una popolazione*’ a promuovere l’‘*evoluzione culturale cumulativa tipica della specie umana*’, denominata dagli antropologi *effetto «dente d’arresto» (ratchet effect)*; effetto per il quale la ‘*cultura umana*’ progredisce e non torna indietro. Infatti, quando un individuo eredita un ‘*artefatto culturale*’, valuta il modo in cui secondo l’intenzione dell’inventore dovrebbe funzionare e lo modifica secondo le proprie esigenze attuando contemporaneamente un processo di ‘*imitazione*’ e di ‘*innovazione*’. Tale comportamento umano si differenzia, a esempio, da quello dello scimpanzé, che è in grado di imitare una tecnica, ma non è capace di farla progredire⁸⁴.

2.3. Qualche cenno di paleoantropologia

La paleoantropologia è una scienza storica nella quale si raccolgono indizi di varia natura e di vario significato al fine di ricostruire la storia evolutiva dell’uomo. Tale disciplina si integra sempre più con lo studio delle condizioni ‘*antropo-bio-geo-pedo-climatiche*’ dell’*habitat* delle popolazioni estinte al fine di rendere la conoscenza della filogenesi umana sempre più ‘*multidisciplinare*’ e ‘*integrata*’; in questa conoscenza la ricostruzione delle *abitudini alimentari* acquisisce un ruolo sempre più importante anche allo scopo di fornire un contributo alla formulazione di ‘*regimi alimentari*’ più corrispondenti e consoni alla evoluzione umana. Infatti, come già

84 M. Tomasello, *The cultural origins of human cognition*, Cambridge Harvard University 1999 (trad. it. di M. Ricucci *Le origini culturali della cognizione umana*, il Mulino, Bologna 2005); F. Coward e M.J. Grove, *Beyond the tools: social innovation and human evolution*, in *PaleoAnthropology Special Issue (Innovation and the Evolution of Human Behavior)*, 2011, pp. 111-129; L.G. Dean, R.L. Kendal, S.J. Schapiro et al., *Identification of the social and cognitive processes underlying human cumulative culture*, *Science* 335 (6072), 2012, pp. 1114-1118; H. Pringle, *Le origini della creatività*, *Le Scienze* 537, 2013, pp. 35-41.

sottolineato⁸⁵, la deviazione dalla essenzialità dell'esperienza 'ancestrale' sembrerebbe contribuire alla fisiopatologia di alcune patologie croniche frutto della società 'opulenta'.

Il passaggio dell'*Homo erectus* dall'ambiente della savana a quello dell'intero pianeta terra, molto più vario e più ricco di fonti alimentari diversificate (come gli animali acquatici le cui carni sono ricche di acidi grassi della serie omega 3), avrebbe aumentato notevolmente il valore medio della sua 'cilindrata encefalica' dai 425 cc degli ultimi *australopithecini* (Lucy) agli attuali 1.350 cc (1.430 cc nel maschio e 1.260 cc nella femmina) dell'*Homo sapiens sapiens*⁸⁶. Lucy (3,7 ÷ 3,2 milioni di anni fa), fossile di *Australopithecus afarensis* (specie di *Australopithecus* considerato 'primo' ominide), di cui sono noti reperti ossei rappresentativi di più del 40% del corpo, presenta ancora un cranio scimmiesco. Dalla 'dinamicità gnoseologica' dell'*'albero dell'uomo'* emerge che l'*Australopithecus afarensis* sarebbe preceduto da un'altra specie (*Australopithecus anamensis*) (~4,2 milioni di anni fa) ritenuta già dotata di *postura* eretta con *bipedismo facoltativo* (?), la cui ricostruzione è resa più difficile dalla disponibilità di resti esclusivamente craniali. Recentemente, il percorso evolutivo del genere *Homo* si arricchisce grazie alla ricostruzione, da fossili rinvenuti nel sito sudafricano di Malapa, di *due scheletri* risalenti a circa due milioni di anni fa classificati come *Australopithecus Sediba*. *Tali scheletri possono essere considerati un 'mosaico' contenente caratteristiche sia del genere Australopithecus sia del genere Homo. Il mosaicismo emerge soprattutto dall'esame della struttura toracica.* Le caratteristiche delle ossa dei piedi sarebbero compatibili con un *bipedismo* con andatura quasi prona. Nel *Sediba* i denti apparirebbero molto vicini a quelli di *Australopithecus Africanus* nonché a quelli fossili di alcuni '*Homo*'. L'analisi della mandibola, però, esclude un legame di parentela troppo stretto tra le specie *Africanus* e *Sediba*, evidenziando forma e dimensione che ricordano più da vicino quelle degli appartenenti al genere *Homo*⁸⁷. La comparsa dell'*Homo erectus*

85 D. Matassino, C. Incoronato e M. Occidente, *Biodiversità e filiere produttive zootecniche*, atti 7. Convegno Nazionale Biodiversità «L'agro-biodiversità per la qualificazione delle filiere produttive», Catania, 31 marzo-2 aprile 2005, in *Italus Hortus* 13 (2), 2006, pp. 70-91, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 17.12.2013].

86 Enciclopedia Italiana Treccani, VI Appendice, 2000, [http://www.treccani.it/enciclopedia/cervello_res-036b39fc-9b94-11e2-9d1b-00271042e8d9_\(Enciclopedia_Italiana\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/cervello_res-036b39fc-9b94-11e2-9d1b-00271042e8d9_(Enciclopedia_Italiana)/) [accesso del 17.12.2013]; D. Matassino, *Introduction*, op. cit..

87 L.R. Berger, D.J. De Ruiter, S.E. Churchill et al., *Australopithecus sediba. A New Species of Homo-Like Australopithecine from South Africa*, *Science*, 328, 2010, pp. 195-204; L.R. Berger, *The Mosaic Nature of Australopithecus sediba*, *Science*,

tus (circa 1,8 milioni di anni fa) avrebbe costituito una tappa fondamentale nell'evoluzione umana; infatti, egli presenta dimensioni corporee superiori rispetto a quelle dei predecessori, con particolare riferimento agli Australopithecini. Inoltre, nell'*Homo erectus* si sarebbe sviluppata la capacità di lanciare oggetti con precisione e rapidità grazie alla possibilità di accumulare 'energia elastica'⁸⁸ dovuta ad alcune caratteristiche del braccio, della spalla e del torace; probabilmente tale aumentata capacità di lancio, rispetto allo scimpanzé, avrebbe favorito il successo dell'*Homo erectus* nella caccia grazie alla possibilità di scagliare pietre e rudimentali lance⁸⁹. Il regime alimentare dell'*Homo erectus* sembrerebbe essere stato più ricco di carne rispetto a quello degli Australopithecini, come testimoniato dal rinvenimento di strumenti con bordi taglienti utilizzati per lacerare la pelle degli animali⁹⁰. Sulla base di resti di crani, si evidenzia che l'*Homo habilis* e l'*Homo erectus*, ritenuti essere due segmenti temporalmente successivi di un'unica tappa evolutiva (evoluzione agenetica), sarebbero in realtà due specie convissute per ben 500 mila anni nella stessa area geografica (Est del lago Turkana, Kenya)⁹¹.

È noto che all'ingestione, da parte dell'uomo, di alimenti di origine animale (segnatamente carne) si associano alcune peculiarità, quale a

340, 2013, pp. 163; J.D. Irish, D. Guatelli-Steinberg, S. S. Legge et al., *Dental Morphology and the Phylogenetic «Place» of Australopithecus sediba*, *Science*, 340, 2013, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1233062>; S.E. Churchill, T.W. Holliday, K.J. Carlson et al. *The Upper Limb of Australopithecus sediba*, *Science*, 340, 2013, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1233477>; D.J. De Ruiter, T.J. Dewitt, K. B. Carlson et al., *Mandibular Remains Support Taxonomic Validity of Australopithecus sediba*, *Science*, 340, 2013, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1232997>; P. Schmid, S.E. Churchill, S. Nalla et al., *Mosaic Morphology in the Thorax of Australopithecus sediba*, *Science*, 340, 2013, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1234598>; S.A. Williams, K. R. Ostrofsky, N. Frater et al., *The Vertebral Column of Australopithecus sediba*, *Science*, 340, 2013, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1232996>; J. M. Desilva, K.G. Holt, S. E. Churchill et al., *The Lower Limb and Mechanics of Walking in Australopithecus sediba*, *Science* 340, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1232999>.

88 L'accumulo di 'energia elastica' nei tendini e nei legamenti della spalla sarebbe dovuto alla rotazione del braccio all'indietro lontano dal bersaglio; il rilascio di tale energia proietta il braccio in avanti.

89 N.T. Roach, V. Madhusudhan, M. J. Rainbow et al., *Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo*, *Nature*, 498, 2013, pp. 483-487.

90 C.f. <http://www.treccani.it/enciclopedia/ominidi/> [accesso del 17.12.2013]; O. Arjamaa, T. Vuorisalo, *Geni, cultura e dieta*, *Le Scienze*, 503, 2010, pp. 64-73.

91 F. Spoor, M. G. Leakey, P. N. Gathogo et al., *Implications of new early Homo fossils from Ileret, east of Lake Turkana, Kenya*, *Nature*, 448, 2007, pp. 688-691.

esempio: una progressiva riduzione della lunghezza dell'intestino comportante una minore ricchezza del 'metaboloma' intestinale, con conseguente riduzione della capacità di digerire alimenti di origine vegetale⁹².

Alcune ulteriori modificazioni somatiche degli ominidi verificatesi in concomitanza con la variazione delle abitudini alimentari riguardano:

(a) riduzione dei denti anteriori e progressivo ispessimento dello smalto a livello dei denti molari;

(b) irrobustimento del cranio necessario per sostenere una maggiore pressione dei muscoli masticatori;

(c) aumento della 'massa encefalica' (valutata in termini di 'grandezza cerebrale relativa' rispetto alla 'massa corporea') nel corso di 2,5 milioni di anni, fino al raggiungimento del suo massimo valore nell'estinto *H. di Neanderthal* (in media circa 1.500 cc), valore leggermente superiore a quello del moderno *H. sapiens*⁹³;

92 D. Matassino, *Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica*, op. cit.; Id., *Introduction*, op. cit.

93 L'aumento delle 'capacità cognitive' sarebbe il risultato di un 'incremento della massa cerebrale' intervenuto nel corso dell'evoluzione; tale ipotesi, sostenuta da T.H. Huxley (*Evidence as to Man's Place in Nature*, London: Williams and Morgate, 1863, pp. 159) e da C. Darwin (*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, 2 vol., London: John Murray, 1871), è opinabile se si fa riferimento alla dimensione 'assoluta' della 'massa cerebrale'. Oggi, la 'massa encefalica' viene valutata in termini di 'grandezza cerebrale relativa' rispetto alla 'massa corporea'; in tale prospettiva, l'encefalo 'umano' è 2-5 volte più grande di quello di un 'mammifero non uomo' di pari dimensione. Tuttavia, anche in questa nuova ottica, l'ipotesi della 'capacità cranica' per spiegare le maggiori competenze encefaliche umane mostrerebbe alcuni punti di debolezza; a esempio, l'*Homo Neanderthalensis*, pur possedendo una massa corporea comparabile a quella dell'*Homo sapiens*, presenta un volume cranico leggermente superiore rispetto a quest'ultimo (in media, circa 1.500 cc vs circa 1.300 cc) ma il livello culturale raggiunto dall'*Homo sapiens* è ben superiore a quello dell'uomo di Neanderthal, anche se non è da escludere in quest'ultimo la presenza di un'autocoscienza. La differenza fondamentale tra l'*Homo sapiens* e gli altri primati starebbe, secondo M.S. Gazzaniga (*Human. Quel che ci rende unici*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2009, pp. 569), nel tipo di organizzazione dell'encefalo per cui nell'essere umano «ogni aspetto viene modificato e collegato in maniera diversa; ...la magia speciale dell'essere umano» emergerebbe «piuttosto nelle sottigliezze dell'insieme delle connessioni» (D. Matassino, *Laicità della scienza*, ciclo seminariale «Fede e Ragione», Napoli, 11 febbraio 2008 in G. Di Palma, P. Giustiniani (Eds.) «Teologia e Modernità. Percorsi tra ragione e fede», Pontificia Facoltà Teologica dell'Italia Meridionale, Napoli 2010, pp. 127-234). Probabilmente, sempre concordando con M.S. Gazzaniga (*Human. Quel che ci rende unici*, op. cit.), «la massa cerebrale 'relativa' è importante, ma spiegherebbe solo una parte della storia e, dato che abbiamo a che fare con 'l'entità più complessa della scienza' non

(d) mutazione del segmento di DNA MYH16⁹⁴ comportante la sintesi di una proteina 'tronca' 'non funzionale'; tale mutazione si concretizza in una riduzione della taglia delle fibre dei muscoli masticatori (*gracilizzazione* o *riduzione* dell'apparato masticatorio) associata a un ampliamento delle ossa della scatola cranica in grado di supportare una *encefalizzazione* accelerata; tale mutazione si sarebbe verificata circa 2 milioni e 400 mila anni fa (*Homo erectus* ed *ergaster*)⁹⁵.

Alcune semantiche modificazioni genetiche dell'*Homo sapiens sapiens* rispetto ai precedenti ominidi possono essere così sintetizzate⁹⁶:

(a) maggiore presenza di elementi *Alu*⁹⁷ nel genoma umano rispetto a quello di altri Primati; tale maggiore presenza potrebbe contribuire

dovremmo essere molto sorpresi». Tale ipotesi viene da R.A. Barton e C. Venditti [*Human frontal lobes are not relatively large*, PNAS 110 (22), pp. 9001-9006], i quali sostengono che *l'unicità dell'intelligenza umana non sarebbe da ricercare nel volume dei lobi frontali, ma nelle strutture di network che coinvolgono molte aree dell'encefalo*. In fondo, così si esprime il Nobel R.Y. Cajal Santiago (citato da M.S. Gazzaniga, *Human. Quel che ci rende unici*, op. cit.): «Fintanto che il nostro cervello rimarrà un mistero, l'universo, riflesso nella struttura del cervello, rimarrà anch'esso un mistero».

94 MYH16 (*Myosin heavy chain 16*): segmento di DNA codificante una catena pesante della 'miosina sarcomerica' espressa nei muscoli 'masticatori' di primati non umani. Nella *specie umana*, tale segmento di DNA viene considerato uno *pseudogene*, cioè una copia 'non funzionale' di un gene originariamente attivo.

95 H. H. Stedman, B. W. Kozyak, A. Nelson et al., *Myosin gene mutation correlates with anatomical changes in the human lineage*, Nature, 428, 2004, pp. 415-418.

96 D. Matassino, *Introduction*, op. cit.; D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit..

97 *Alu: retrotrasposoni* appartenenti alla famiglia *SINE* caratteristici del genoma dei primati; la denominazione *Alu* si deve alla loro sensibilità all'enzima di restrizione *AluI*; gli *Alu* rappresentano la sottofamiglia più numerosa di *retrotrasposoni* e hanno una lunghezza di circa 300 paia di basi (bp); essi, nel genoma umano, ammonterebbero, a oggi, a circa 1.200.000 copie per un totale di circa 320.000.000 di bp (circa l'11% dell'intero genoma); gli elementi '*Alu*', '*trasponendo*' e integrandosi in introni di segmenti di DNA codificanti polipeptide/i ('*gene*'), trasformerebbero gli introni in esoni (fenomeno dell'*esonizzazione dell'introne*) determinando così nuovi siti di '*splicing alternativo*', con conseguente possibilità di arricchire la riserva di informazioni per la sintesi di ulteriori proteine specifiche. Molti *esoni* derivati da *Alu* sono localizzati in regioni non tradotte (5'-UTR, 5' *untranslated regions*) di un segmento di DNA codificante polipeptide/i ('*gene*') aventi funzione di controllare la stabilità dell'RNA messaggero, nonché l'efficienza con cui esso viene tradotto in proteina. Si stima che nel genoma umano oltre 500.000 *Alu* siano '*introni*' e che di questi oltre 25.000 potrebbero diventare veri e propri '*esoni*'. È noto che: (a) l'*esone*' è una sequenza nucleotidica che viene trascritta nell'RNA primario o prematuro (pre-mRNA) e, durante il processo di *splicing*, viene conservata e '*cucita*' con gli altri '*esoni*' per costituire

a spiegare la diversità cognitiva tra uomo e scimpanzè; infatti, l'aumentata attività di *'splicing alternativo'*⁹⁸ associata alla più elevata presenza dei retrotrasposoni *Alu*, potrebbe spiegare la diversità quanti-qualitativa di proteine sintetizzate nell'encefalo dell'uomo rispetto a quelle che vengono sintetizzate nell'encefalo degli altri Primati;

(b) due mutazioni⁹⁹ a carico del segmento di DNA *FOXP2*¹⁰⁰, le quali avrebbero giocato un ruolo importante nello *sviluppo del linguaggio* umano; tali mutazioni, assenti nel *'topo'* e nello *'scimpanzè'* ed esclusive dell'*uomo*, si sarebbero concretizzate in una *'ottimizzazione'* dell'espres-

l'RNA messaggero *'maturo'* destinato a essere tradotto in polipeptide; l'*'introne'* è una sequenza nucleotidica che viene inizialmente trascritta nel pre-mRNA e, successivamente, viene rimossa durante il processo di *splicing*; pertanto, l'*'introne'* non si ritrova nell'*'RNA messaggero maturo'* (D. Matassino, C. Inconronato e M. Occidente, *Biodiversità e filiere produttive zootecniche*, op. cit.; R. Sorek, *The birth of new exons: Mechanisms and evolutionary consequences*, RNA, 13, 2007, pp. 1603-1608; S. Shena, L. Linb, J. J. Caic, *Widespread establishment and regulatory impact of Alu exons in human genes*, PNAS, 108 (7), 2011, pp. 2837-2842).

98 *Splicing*: processo di *'taglia e cuci'* per cui, durante la maturazione dell'RNA, le *sequenze introniche* vengono rimosse dal pre-mRNA (RNA prematuro) e *quelle esoniche* vengono unite tra loro per costituire l'RNA maturo; a oggi, sono noti i seguenti meccanismi di *splicing*: (a) *splicing del pre-tRNA in tRNA* maturo; (b) *splicing del pre-mRNA in mRNA* che, a sua volta, può essere: (i) *canonico*: gli *'introni'* vengono *'tagliati'* e gli esoni vengono *'assemblati'* nello stesso ordine in cui si trovano nel segmento di DNA originale, (ii) *alternativo*: gli *'introni'* vengono *'tagliati'* e gli *'esoni'* vengono *'assemblati'* con sequenze alternative che danno origine a mRNA differenti (*co-trascritti*); esistono varie forme di *splicing* alternativo: *skipping* dell'*'esone'* (salto dell'*'esone'*), esclusione mutua di *'esoni'*, *sito donatore alternativo*, *sito accettore alternativo*, *'esonizzazione' dell' 'introne'* (essa può essere mediata dagli elementi *Alu*); (c) *self splicing (auto splicing)* (D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit.).

99 *Mutazioni FOXP2*: le due mutazioni presenti su segmento di DNA *FOXP2* comportano, a livello di proteina, la sostituzione dell'amminoacido *'treonina'* con l'*'asparagina'* in posizione 303 e della *'asparagina'* con la *'treonina'* in posizione 325 della catena amminoacidica.

100 *FOXP2: forkhead-box P2 gene* = *'gene' con dominio a testa 'biforcuto'*; segmento di DNA appartenente alla famiglia FOX includente 43 membri codificanti fattori di trascrizione caratterizzati da un *'dominio di legame'* di 100 amminoacidi; la *denominazione FOX* si deve alla particolare configurazione spaziale del *dominio a 'forma di farfalla'* o a *'doppia forcina'*, nota come *'forkhead'* (testa *'biforcuto'*); sulla base, rispettivamente, della *presenza* o dell'*assenza* di una regione ricca di amminoacidi basici all'estremità carbossilica terminale (-COOH) del *dominio di legame*, le proteine FOX sono distinte in *due classi*: (a) *'1'*, comprendente le sottofamiglie A, B, C, D, E, F, G, I, L, Q; (b) *'2'*, comprendente le sottofamiglie M, N, O, P (M. Katoh e M. Katoh, *Human FOX gene family*, International Journal of Oncology 25, 2004, pp. 1495-1500).

sione di segmenti di DNA ‘codificanti polipeptidi’ (‘geni’) coinvolti nella formazione dei ‘centri del linguaggio’ durante lo sviluppo embrionale; probabilmente, *le mutazioni a carico del segmento di DNA FOXP2 sarebbero soltanto una parte dei numerosi cambiamenti avvenuti nel percorso che ha portato allo sviluppo delle funzioni linguistiche*¹⁰¹; a esempio, l’*accorciamento del ‘manico del martello’ dell’orecchio medio nell’Homo sapiens* migliorerebbe l’efficienza uditiva, la quale è fondamentale per l’*evoluzione di un linguaggio articolato*; tale modificazione anatomica risulta essere già presente in reperti fossili di due ominini (*Paranthropus robustus* e *Australopithecus africanus*) e assente in *scimpanzé, gorilla e orango*; tuttavia, *Paranthropus robustus* e *Australopithecus africanus*, pur condividendo con l’*Homo sapiens sapiens* l’anatomia del ‘martello’, *non avrebbero sviluppato le capacità uditive e linguistiche tipiche di quest’ultimo a causa di differenze strutturali a carico degli altri due ossicini dell’orecchio medio (incudine e staffa); questi due ossicini risultano ancora anatomicamente molto simili a quelli di scimpanzé, gorilla e orango*¹⁰².

Le variazioni evolutive del fenotipo ‘Homo’, legate alle modifiche alimentari, interessano, tra l’altro, anche l’*utilizzo della carne nel proprio ‘regime alimentare’*. Infatti, *le più antiche evidenze di ingestione della ‘carne’ risalirebbero a circa 2,5 milioni di anni fa. Tale consumo, è inizialmente (Homo habilis, 2,4 ÷ 1,5 milioni di anni fa) legato alla ingestione di carcasse animali facilmente disponibili nella savana africana quale frutto della caccia da parte di altri animali; successivamente, l’assunzione di carne diviene associata alla diffusione della caccia ‘diretta’ da parte dell’uomo (‘caccia cooperativa’), nonché alla possibilità di cottura. L’utilizzo del fuoco, tra l’altro, avrebbe favorito la colonizzazione delle aree più settentrionali del pianeta Terra da parte dell’uomo di Neanderthal, il quale poteva utilizzare come alimento (previo scongelamento) anche carcasse di mammiferi morti per varie cause. In particolare la dipendenza dai prodotti di origine animale diviene particolarmente marcata nelle ultime fasi del Paleolitico (36.000 ÷ 12.000 anni fa) come testimoniato dai rapporti isotopici ¹³C/¹²C e ¹³N/¹²N (indicatori dell’apporto proteico nel lungo periodo), riscontrati nel collagene delle ossa e della dentina, nonché nella idrossipatite dello smalto dentale di uomini di Neanderthal europei (~26.000 anni fa); tali rapporti sono paragonabili a quelli di carnivori presenti ai*

101 W. Enard, M. Przeworski, S. E. Fisher et al., *Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language*, Nature, 418, 2002, pp. 869-872.

102 R.M. Quam, D.J. De Ruiter, M. Masalif et al., *Early hominin auditory ossicles from South Africa*, PNAS, 110 (22), 2013, pp. 8847-8851.

vertici della catena alimentare, aventi una *percentuale di carne nel regime alimentare pari circa al 90%*. Nelle *'popolazioni neolitiche'* i prodotti di origine animale rappresenterebbero oltre il 50% dell'introito quotidiano di calorie¹⁰³.

Q. Fu *et al.*¹⁰⁴, sulla base di analisi del *DNA mitocondriale*, datano fra 95.000 e 62.000 anni il periodo *'cruciale'* di *separazione tra popolazioni africane e non*: le prime popolazioni umane si sarebbero affacciate al di fuori dell'Africa per portarsi prima in Asia, poi in Australia, quindi in Europa e, infine, attraversando lo stretto di Bering, nelle Americhe. Tale risultato su *base genetica* è coerente con i dati dei resti fossili, i quali mostrano in Palestina, scheletri umani moderni risalenti a 90.000 anni, nonché resti dell'uomo di Neanderthal fino a circa 60.000 anni fa.

X. Ni *et al.*¹⁰⁵ identificano il *più antico primate* in una specie vissuta all'inizio dell'Eocene (circa 55 milioni di anni fa) e rinvenuta in Cina. Essa è stata denominata *Archicebus achilles* per l'insolita anatomia del suo tallone; il suo corpo misurava appena 71 mm, esclusa la lunghissima coda, e si calcola pesasse 20-30 grammi. Tale scoperta rafforza l'ipotesi che i primi primati fossero diurni, arboricoli, insettivori e molto simili per la taglia agli attuali Lemuri.

Il consumo di *'alimenti carnei'* e di *'latte'* svolge un ruolo importante per l'*'evoluzione biologica'*, con particolare riferimento a quella del *'genoma umano'*. Classico esempio è quello rappresentato dalla selezione di nuove varianti genetiche del segmento di DNA codificante la *lattasi*¹⁰⁶ (LCT, *lactase*) in relazione al *'fattore culturale'*: *'mungitura'*. L'espressione di tale segmento di DNA è controllata da una *'sequenza di regolazione'* posta a monte del segmento stesso; la forma *'ancestrale'* del *'gene'* (segmento di DNA codificante polipeptide/i) si *esprime soltanto prima dello svezzamento* rendendo l'individuo in età adulta poco

103 Mp. Richards, *Brief review of the archeological evidence for Paleolithic and Neolithic subsistence*, Eur. J. Clin Nutr, 56, 2002, pp. 1270-1278; D. Matassino, M. Occidente, C. Incornato, *Il regime alimentare quale fattore di coevoluzione del genoma umano*, op. cit.; D. Luiselli, *Evoluzione umana e shifts nutrizionali*, Celebrazione del quarantennale della fondazione dell'Associazione per la Scienza e le Produzioni Animali (ASPA), Bologna 11 giugno 2013.

104 Q. Fu, A. Mittnik, P.L.F. Johnson et al., *A Revised Timescale for Human Evolution Based on Ancient Mitochondrial Genomes*, Current Biology, 23 (7), 2013, pp. 553-559.

105 X. Ni, D. L. Gebo, M. Dagosto et al., *The oldest known primate skeleton and early haplorhine evolution*, Nature, 498, 2013, pp. 60-64.

106 Enzima attivo nell'epitelio di rivestimento dell'intestino e responsabile della scissione del *lattosio* in *glucosio* e *galattosio*.

tollerante al lattosio. In concomitanza con lo *sviluppo* dell'*agricoltura* e della *domesticazione di animali* con prevalente attitudine alla produzione lattea, in alcune *popolazioni europee e africane* si evolvono 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 e dell'America Latina portatori della versione ancestrale (non mutata) del segmento di DNA 'LCT'*¹⁰⁷. La persistenza della possibilità di *digerire il lattosio* nell'adulto emergerebbe in modo indipendente in Europa (~10.000 anni fa) e in Medio Oriente (~6.000 anni fa); in quest'ultimo, la *comparsa dell'allele favorevole* e la sua persistenza nella popolazione sarebbe associata alla *domesticazione del dromedario*. Ancora oggi vi sono ampie zone dell'Africa centrale e dell'Asia orientale in cui non viene praticata la mungitura e, in concomitanza, vi sono *individui umani intolleranti al lattosio in età adulta*¹⁰⁸. Per approfondimenti sull'interdipendenza '*cultura – nutrizione – genoma umano*', nonché sull'importante ruolo del latte nell'alimentazione e nella salute umana, si rimanda a: D. Matassino *et al.*, E. Muehlhoff *et al.*¹⁰⁹

Numerose sono le tappe del '*passato-recente*' che caratterizzano il processo dinamico di *coevoluzione 'cultura'-'nutrizione'*. L'uomo primitivo vive, infatti, in armonia e in equilibrio con la natura e, per procurarsi il cibo, è obbligato a seguire le migrazioni degli animali, secondo il ritmo delle stagioni. La successiva sedentarizzazione impone, invece, *nuovi vincoli e nuove restrizioni rendendo l'alimentazione un 'sistema' sempre più 'reticolare' e legato a numerose variabili*. L'*agricoltore-allevatore*' per diventare autonomo rispetto alle sue fonti di approvvigionamento alimentare deve affrontare numerosi imprevisti (variazioni climatiche, scelta delle varietà e delle specie più o meno produttive, nonché dei terreni più o meno adatti, ecc.). L'aleatorietà dell'approvvigionamento alimentare, legata alle suddette e numerose variazioni, specialmente climatiche, è individuabile,

107 A. Beja Pereira, G. Luikart, P.R. England et al., *Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes*, Nature Genetics, 35 (4), 2003, pp. 311-313.

108 O. Arjamaa e T. Vuorisalo, *Geni, cultura e dieta*, op. cit.

109 D. Matassino, M. Occidente, C. Incornato, *Il regime alimentare quale fattore di coevoluzione del genoma umano*, op. cit.; E. Muehlhoff, A. Bennett, D. McMahon, *Milk and dairy products in human nutrition*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013, pp. 377.

fra l'altro, nel racconto biblico dell'alternanza del periodo dei sette anni di 'vacche grasse' con quello dei sette anni di 'vacche magre'.

Lo stesso Leopardi, nell'opera 'La focaccia' (1816) (traduzione del 'Moretum', breve idillio virgiliano di ispirazione campestre, che descrive la sveglia di un contadino all'alba) narra in maniera molto reale le difficoltà che l'«uomo agricoltore» è costretto a fronteggiare per garantirsi il pasto quotidiano.

Si ricorda che il filosofo 'contadino' Thibon¹¹⁰ ritiene che la 'civiltà contadina' può essere considerata la naturale emanazione di due particolari virtù dell'uomo 'contadino': la sana pazienza e la sana rassegnazione. I continui imprevisti nel comportamento delle forze cosmiche, che caratterizzano l'attività agricola hanno contribuito a sviluppare nell'uomo 'contadino' altre due doti: elasticità e fantasia. T.M. Bettini¹¹¹ afferma: «L'uomo della preistoria era in grado di 'capire' meglio gli animali che allevava che non quello "civilizzato". Ciò è ancora rilevabile oggi presso quelle civiltà riferibili all'uomo paleolitico e a quello neolitico, nonché presso i pastori nomadi africani e asiatici».

3. *Vegetarianismo: unica scelta possibile per una corretta nutrizione?*

Lo stesso meccanismo biologico alla base dell'alimentazione, il fatto cioè di 'incorporare' elementi estranei per derivarne in un certo senso la vita e l'energia, suggerisce vaste possibilità simboliche, utilizzabili per la definizione stessa di umanità che ciascuna cultura propone e su cui interviene attivamente mediante specifiche attività 'antropo-poietiche'.

Fattori ideologici, prescrizioni religiose, relazioni e 'dialogo' che gli uomini intrattengono con altre specie sono tra le principali motivazioni di scelte alimentari, come quelle associate al 'consumo' o al 'rifiuto' della carne. In tale contesto, si concorda ampiamente con il punto primo delle riflessioni introduttive di questo «2° Meeting Internazionale di Bioetica della Biosfera». Giustamente, si annovera il 'vegetarianismo' come «"scelta" di "abitudine alimentare" personale o come "determinazione" di uno "status" o "modus vivendi"».

C.C. Wolf in una disamina recente¹¹² sul «cervello vegetariano» evidenzia che l'aspetto psichico del vegetarianismo non è in grado, a oggi,

110 G. Thibon, *Ritorno al reale*, in «Nuove Diagnosi», Volpe, Roma 1972, pp. 190.

111 T.M. Bettini, *L'animale uomo e gli altri animali: gli 'automi biologici*, op. cit..

112 C.C. Wolf, *Il cervello vegetariano*, *Mente e Cervello*, 104, 2013, pp. 44-49.

di evidenziare differenze scientificamente valide nel raggiungimento del benessere 'fisico', 'psichico' e 'sociale' tra il consumatore 'carnivoro' e il consumatore 'vegetariano' (nelle sue articolazioni). Pertanto, l'individuo 'carnivoro' e quello 'vegetariano' pensano 'diversamente'; tuttavia, occorrono ancora tanti ulteriori studi per chiarire i meccanismi psichici che inducono una persona a preferire un'alimentazione più di tipo 'carnivoro' o più di tipo 'vegetariano'¹¹³.

È opportuno sottolineare che, nell'ambito della scelta, favorevole o contraria al consumo di carne, la 'cultura' specifica di un popolo opera una ulteriore scelta finalizzata alla 'selezione' dell'alimento ritenuto 'commestibile' per quel popolo; infatti, nessuna cultura, a esempio, utilizza tutta la carne disponibile nell' 'agro-ecosistema' di sua pertinenza per far fronte alle proprie esigenze proteiche. In Occidente, infatti, è considerata 'non commestibile' la carne di insetti come termiti o cavallette, ampiamente impiegata, invece, nel 'regime alimentare' delle popolazioni dell'Africa centrale e degli aborigeni australiani e asiatici. Altre culture considerano, invece, 'impure' e quindi da evitare, alcune specie animali ritenute, pertanto, non commestibili. A tal proposito, l'interdizione maggiormente diffusa riguarda la 'carne di maiale', oggi considerata tabù in tutto il mondo islamico, nella religione ebraica e in quella indù. Secondo quest'ultima la vacca svolge invece un 'ruolo sacrale' estremamente importante.

Generalizzando, anche altre culture operano una 'sacralizzazione' del concetto di 'carne'; a esempio, i *dinka* (allevatori del Sudan) identificano una delle principali divinità (ring¹¹⁴) con la carne, la quale per essi rappresenta l' 'essenza vitale'. I *dinka* ritengono che l'atto dello 'scuoicare' un animale ucciso, attraverso i fremiti e le contrazioni della sua carne, possa consentire alla 'essenza vitale' di liberarsi e di impossessarsi, eventualmente, di taluni individui (*leader* della comunità rituale) entrando nel loro corpo e conferendo loro poteri soprannaturali. D'altra parte, alcune culture escludono, invece, il consumo di carne e utilizzano 'regimi alimentari' esclusivamente vegetariani. Tale atteggiamento è comune specialmente

113 M. Bilewicz, R. Imhoff, M. Drogoz, *The humanity of what we eat: Conceptions of human uniqueness among vegetarians and omnivores*, European Journal of Social Psychology, 41(2), 2011, pp. 201-209; M. Filippi, G. Riccitelli, A. Falini et al., *The brain functional networks associated to human and animal suffering differ among omnivores, vegetarians and vegans*, PLoS One 5(5), 2010, pp. e10847; M. Filippi, G. Riccitelli, A. Meani et al., *The «Vegetarian Brain»: Chatting with monkeys and pigs?*, Brain Structure and Function, published online 29 September 2012, DOI 10.1007/s00429-012-0455-9.

114 *Ring*, nella lingua *dinka*, significa proprio 'carne'.

presso gli induisti e i buddisti; questo comportamento *umano* coincide con il falso '*principio generale di non violenza*' ('*a-himsa in hindi*') verso ogni creatura vivente (e la pianta e gli altri esseri viventi?).

La gamma delle variazioni culturali presenti nel fenomeno del consumo o del rifiuto della carne è vastissima. Di norma, il consumo di carne è una discriminante dello *status* sociale: i *bramini* sono vegetariani assoluti, mentre le caste inferiori ingeriscono carne salvo quella bovina. Nella *regione centroafricana dei Grandi Laghi*, gli '*specialisti*' e i '*medium*' della religione non possono consumare carne di *pollo* né uova – *simboli della fertilità e della procreazione* – sottolineando in questo modo non solo la loro generica differenza rispetto alla gente comune, ma più specificamente il loro ruolo di garanti rituali della fertilità riproduttiva. In *Cina*, in assenza di precise regole di carattere religioso, il gusto e le abitudini alimentari si sono evoluti in accordo con il rigido modello sociale di divisione in caste. Il *consumo di carne* è per secoli una esclusiva dell'*imperatore* e dei *dignitari di corte*; in misura minore la carne e il pesce entrano a far parte del regime alimentare dei funzionari e dei militari, mentre la carne è *completamente assente* sul desco del '*popolo*'. In tale Paese, attualmente, domina il consumo di carne '*bianca*' seguito da quello del '*maiale*' in quanto il '*bovino*' viene ancora oggi considerato un animale '*da lavoro*', piuttosto che una risorsa alimentare.

Particolarmente interessanti sono le prescrizioni in ambito '*monastico*' secondo le quali il consumo di carne è considerato un fenomeno *edonistico*; pertanto, l'astensione da tale alimento viene imposta al fine di '*mortificare il corpo e di rafforzare l'anima*' per un buon terzo dell'anno e, in particolare, durante la Quaresima e in altri periodi (cosiddetti '*digiuni*'). Si ricorda a tal proposito la *Regola di san Benedetto* (577 d.C.), la quale prescrive un solo pasto al giorno dal 14 settembre fino a Pasqua e impone per tutto l'anno l'astinenza totale dalla carne. L'atteggiamento dei Cistercensi è ben sintetizzato da san Bernardo (1090-1153) in uno dei suoi sermoni sul Cantico dei Cantici (IV secolo a.C.) (n. 66): «Mi astengo dalla carne, perché alimentando eccessivamente il corpo nutro anche i desideri carnali; mi sforzo anche di prendere il mio pane con moderazione, perché uno stomaco pesante non mi impedisca di stare diritto in piedi nella preghiera».

Le norme di proibizione relative all'astinenza perpetua divengono via via meno rigide; tale processo ha inizio nelle infermerie dei 'monasteri', dove si concede ai malati di mangiare carne fino a che avessero recuperato le forze. Successivamente, in accordo con l'autorizzazione concessa nel

1486 all'abbazia tedesca di Eberbach, *diviene lecito, nelle comunità monastiche, servire carne tre volte alla settimana* (domenica, martedì e giovedì).

Nel XVIII secolo, mentre la '*Stretta Osservanza*' continua a praticare l'astinenza perpetua, la '*Comune Osservanza*' adotta lo stile corrente della vita borghese. Secondo i *registri del Collegio san Bernardo di Tolosa*, la comunità, composta da *dodici monaci* più un numero presunto di 4 ospiti, consuma, nell'arco dell'anno 1755, una *quantità totale di carne al giorno 'pro capite'* pari a 72,1 g, così ripartita per specie: 13,7 g di manzo, 22,1 g di montone, 16,8 g di vitello, 8,4 g di maiale, 0,4 g di anatra, 0,5 g di cappone, 0,3 g di gallina, 0,7 g di oca, 0,04 g di piccione, 0,2 g di pollo, 0,6 g di tacchino, 8,4 g di selvaggina; accorpendo i valori per categoria tassonomica e per tipo di carne, si ottengono i seguenti consumi *pro capite/die*: (a) 52,6 g di ruminanti, 11,12 g di avicoli e 8,4 g di monogastrici (maiale), (b) 61 g di carne rossa, 11,1 di carne bianca, con un *rapporto carne rossa/carne bianca* pari a 5,5. In più, la stessa comunità ingerisce, nello stesso anno, 51,4 g di pesce e 1,3 uova al giorno '*pro capite*'.

Relativamente all'evento '*nutrizionale*', si ricorda che già Ippocrate (460 ÷ 370 a. C., circa), nella semanticità del messaggio: «*Fa' che il cibo sia la tua medicina e la medicina sia il tuo cibo*», evidenzia che non si può perseguire un'alimentazione basata su un '*regime*' unico ma è necessario che il '*cibo*' sia foriero di quelle '*biomolecole nutrizionali*' che possono soddisfare, in momenti diversi della vita, temporalmente e spazialmente, esigenze diversificate in base al sesso ed, entro questo, a: (a) *categoria demografica umana* (neonato/a, bambino/a, adolescente, adulto/a, ultrasessantenne, ultraottantenne, ultracentenario/a); (b) *status fisiologico* (gravidezza, allattamento, pratiche sportive, ecc.)¹¹⁵.

Riassumendo, *il primo passo è conoscere la propria natura, poi quella di ogni cibo, e scegliere ciò che si mangia per rimanere sani*. La regola che vale per tutti, è comunque non mangiare né bere troppo «...*ugualmente (l'uomo) torni alla mensa non prima che gli sia tornato l'appetito*» (Aldobrandino da Siena, circa 1220-1296). Nella conoscenza della '*pro-*

115 D. Matassino, G. Zucchi, D. Di Berardino, *Management of consumption, demand, supply and exchanges*, Proc. Symp. «On the eve of the 3rd millennium, the European challenge for animal production», Toulouse, 11 July 1990, in EAAP Publications n. 48, Wageningen Academic Publishers The Netherlands, 1991, pp. 105-124; D. Matassino, *Il miglioramento genetico nei bovini per la produzione di latte finalizzati all'uomo*, atti convegno «Il ruolo del latte nell'alimentazione dell'uomo», Paestum, 24÷26 ottobre 1991, in Quaderni Frisona, maggio 1992, cfr. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

pria natura è possibile individuare nella concezione di Aldobrandino da Siena già i *'prodromi'* della importanza di una nutrizione consona a soddisfare le esigenze del *'metaboloma'* di un individuo (*nutrizione 'personalizzata'*) in termini di *'nutrigenetica'* e di *'nutrigenomica'*, meglio sintetizzate nel concetto di *'nutriepigenomica'*. Infatti, Aldobrandino da Siena, nei suoi scritti (*«Regime du corpus»* per Margherita di Savoia), basandosi sulla *'teoria dei quattro umori'*¹¹⁶ di Ippocrate (ripresa poi da Galeno), ritiene che una sana alimentazione sia sufficiente a garantire uno stato di salute ottimale. Egli distribuisce consigli alcuni dei quali ancora oggi validi: «in inverno l'uomo può assumere maggiore quantità di cibo... in estate... dovete mangiare meno... non si mangi fino a sazietà perché da questo vengono le infermità.. bere moderatamente mentre si mangia..né bere fino all'ebbrezza». Inoltre, secondo la teoria degli umori, egli ritiene che «le cose che utilizziamo, alcune sono calde ed umide, altre secche e calde, altre fredde ed umide ed altre fredde e secche. E della stessa materia sono i temperamenti degli uomini... ognuno quindi deve cibarsi di cibi simili alla propria natura».

L'esigenza di una diversificazione alimentare al fine di definire *'mete nutrizionali'* per sesso e per categoria umani è perfettamente in linea con l'attuale concetto di *'geografia della salute'*, il quale collega la *'salute umana'* a: (a) ambiente in cui l'individuo vive e si sviluppa, a partire dal grembo materno; (b) contenuto nell'alimento di *'biomolecole'* *'nutraceutiche'* differenti per effetto dell'influenza di fattori *'antropo-bio-geo-pedoclimatici'* della *'microbiosfera'* appartenente a una determinata *'area geografica'* di produzione. Pertanto, il valore *'salutistico'* o *'nutraceutico'* di un alimento è l'espressione di una complessa interazione tra i vari fattori caratterizzanti la *'microbiosfera'* di una determinata *'area geografica'*¹¹⁷. Il regime alimentare cui siamo meglio predisposti, fisiologicamente, per semplici motivi evolutivi, sarebbe quello che ha profonde radici nei prodotti provenienti dall'*'area geografica'* di origine o, meglio ancora, dal-

116 I quattro umori sarebbero rappresentati da: (a) sangue, caldo e umido come l'aria; (b) flegma o fleuma, freddo e umido come l'acqua; (c) la bile gialla, fredda e secca come il fuoco; (d) la bile nera, fredda e secca come la terra; nel *'bambino'* abbondano sangue e bile gialla, nell'*'adulto'* il sangue e nel *'vecchio'* il flegma. Il prevalere di uno dei quattro umori determina il carattere di ciascuno: flemmatico o sanguigno o melanconico.

117 D. Matassino, *Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio*, convegno «L'Università Popolare del Fortore racconta i suoi primi dieci anni», San Bartolomeo in Galdo (BN), 8 ottobre 2011, in il Picentino, XLVI (n.s.), 2011, pp. 26-51, c.f. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013].

l'«*area geografica*» da cui provengono i «*nostri avi*». È auspicabile il conseguimento di un sistema integrato «*alimento di qualità – salute*» fortemente ancorato alla «*microbiosfera*» di una determinata «*area geografica*» al fine di «*ritrovare un'alimentazione antica e sana che conservi i principi nutritivi che hanno accompagnato con successo l'evoluzione dell'uomo*». Di qui l'importanza di «*considerare la centralità delle produzioni 'in loco'*», con particolare riferimento al «*prodotto locale tipizzato etichettato*» (PLTE); espressione, quest'ultima, di «*notevole semanticità*» per la ricchezza della «*struttura sintattica del messaggio che trasmette al consumatore*» rispetto alla scarsa dizione «*prodotto tradizionale*»; infatti, un PLTE rappresenta il momento olistico dei vari aspetti territoriali specifici («*terroir*») legati alle caratteristiche «*antropo-bio-geo-pedo-climatiche*» della «*microbiosfera*» di una determinata «*area geografica*». La caratterizzazione, anche su base molecolare, delle peculiarità «*territoriali*» di un PLTE, in una visione dinamica, può contribuire a esaltare il «*valore salutistico*» del prodotto stesso in linea con quanto previsto dalla normativa inerente ai «*claims*» («*health claims*» – «*informazioni salutistiche*» e «*nutritional claims*» – «*informazioni nutrizionali*») ¹¹⁸.

Il recupero di alcune aree «*locali*» da destinare a produzioni agricole e/o la realizzazione di «*orti*», comporterebbero, tra l'altro: (a) la produzione di alimenti «*in loco*» ben diversi dagli alimenti ottenuti da agricoltura cosiddetta «*biologica*», i quali «*spesso sono prodotti a migliaia di chilometri di distanza dal luogo di residenza del consumatore*»; (b) la possibilità di realizzare un'alimentazione secondo un vero e proprio «*programma cronogenetico*» («*cronoalimentazione*») nel senso di individuare regimi alimentari sincronizzati con i «*bioritmi*» naturali (a esempio, fotoperiodo) caratterizzanti una «*microbiosfera*» di una determinata «*area geografica*») ¹¹⁹.

Si ricorda che San Tommaso d'Aquino (1225-1274) già individua nel «*sistema di allevamento brado di un animale e nel contatto con la microbiosfera*» di una determinata «*area geografica*» la possibilità di conferire agli

118 F. Casabianca, D. Matassino, *Local resources and typical animal product*, in R. Rubino, L. Sepe, A. Dimitriadou e A. Gibon (Eds.) «*Livestock farming systems – Product Quality based on local resources leading to improved sustainability*», European Association of Animal Production (EAAP) publications, 118, Wageningen Academic Publishers The Netherlands, 2006, pp. 9÷26 c.f. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 18.11.2013]; D. Matassino, C. Incoronato e M. Occidente, *Biodiversità e filiere produttive zootecniche*, op. cit.; D. Matassino, *Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio*, op. cit.

119 D. Matassino, *Tutela della biodiversità e salute umana*, op. cit..

alimenti 'caratteristiche peculiari'; infatti, egli asserisce che: «La Chiesa misura gli alimenti che danno maggior piacere e stimolano i desideri sessuali. Di tal genere sono la carne degli animali che brucano i campi e alitano nell'aria, e i loro prodotti, ad esempio il latte dei mammiferi e le uova degli uccelli. Questi stessi cibi ci risultano più congeniali: ci danno maggior piacere e più grande nutrimento. La loro consumazione produce una maggior abbondanza di sostanze riproduttive, la cui abbondanza costituisce una pressione verso la concupiscenza carnale. Per questa ragione la Chiesa prescrive che noi ce ne asteniamo quando digiuniamo».

Sulla base di quanto detto, con riferimento al punto 4 del documento «*riflessioni introduttive al meeting AmbientaMente/2*», *dissentimento forte dal prof. U. Veronesi*, «il quale... ritiene che non si possa celebrare la vita negando la vita stessa ad altri esseri viventi (di qui la contrarietà ad ogni forma di violenza, anche quella esercitata nei confronti degli animali da allevamento...)». Tale affermazione suscita 2 interrogativi: (a) cosa si intende per 'celebrare la vita negando la vita stessa agli altri esseri viventi'; (b) limitatamente al *regno vegetale*, a esempio, la *pianta* non ha forse la 'sensibilità' o la capacità di 'percepire', 'trasformare' e 'trasmettere' informazioni, in virtù della sua complessa rete neurale? Qualche risposta viene dall'osservazione della *complessità* del *regno vegetale*. Nell'ambito dei *complessi, sofisticati e raffinatissimi meccanismi caratteristici dell'essere vivente* non possono essere trascurati i 'sistemi di comunicazione collettiva' del *regno vegetale* attraverso: (a) gli 'apici radicali' paragonabili a una vera e propria 'rete neurale'; (b) meccanismi di natura: (i) chimica e biochimica [emissione di amminoacidi (a esempio triptofano), zuccheri, metaboliti secondari, composti organici volatili (VOC, *volatile organic compounds*), sintesi di proteine contrattili (a esempio, actina, miosina e complessi acto-miosinici¹²⁰) e di ormoni (a esempio, serotonina), ecc.]; (ii) elettrica; (iii) acustica, (iv) ecc.. Si ricorda che i pionieri delle ipotesi dell'esistenza di una 'intelligenza' delle piante, nonché di una 'sostanziale identità fra piante e animali' sareb-

120 Le proteine contrattili formerebbero un vero e proprio *citoscheletro*, particolarmente attivo nella 'zona di transizione degli apici radicali' e in grado di veicolare il trasporto dell'*auxina* mediante un meccanismo simile a quello che si verifica nei neuroni umani per il trasporto dei *neurotrasmettitori*. La *zona di transizione* o 'zona isodiametrica postmitotica' o 'zona di allungamento distale' integra *input* endogeni (a esempio di natura ormonale) ed esogeni (a esempio di natura sensoriale) elaborando segnali in uscita (*output*) (F. Baluška, S. Mancuso, D. Volkman et al., *Root apex transition zone: a signaling-response nexus in the root*, Trends in Plant Sciences, 20, 2010, pp. 1-7).

bero, in ordine cronologico: (a) Aristotele (*De Partibus Animalium*, 280 a.C.); (b) Fabre (testo di divulgazione sulla vita delle piante, 1874); (c) J. C. Bose (1858-1937); (d) C. Darwin e F. Darwin (*The Power of Movement in Plants*, 1880); questi ultimi evidenziano che gli apici radicali delle piante agiscono come un vero e proprio 'cervello esteso'¹²¹.

Da una rielaborazione dei dati EPIC (*European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition*) effettuata dal ConSDABI (tabella 1)¹²² emerge che: (a) rispetto agli Spagnoli, i Danesi, pur consumando circa il 15% di carne in meno, manifesterebbero una probabilità di sviluppare il cancro del colon-retto (CCR) del 70% in più; (b) i 'paesi mediterranei', pur consumando la stessa quantità giornaliera media di carne (109 g pro capite) dei paesi dell' 'Europa Centro-ovest', manifesterebbero una probabilità di sviluppare il cancro del colon-retto del 43% in meno. Si sottolinea, inoltre, che i consumi di carne riportati dalle statistiche ufficiali sono da considerare come «consumo apparente» in quanto nella stima del consumo pro capite viene considerato fondamentalmente il peso morto dell'animale mattato rilevato al macello. Pertanto, i vari consumi riferiti alla carne ingerita includono tessuto osseo e adiposo nonché altre componenti non edibili, escludendo soltanto 'pelle' e 'visceri'.

Tabella 1. Consumo di carne totale (g/die pro capite), valore indicizzato del consumo di carne ('totale', 'rossa', 'processata' e 'bianca') facendo pari a 100 quello della Spagna e incidenza di cancro del colon-retto (CCR) (ASR¹²³), distintamente per paese europeo (includendo la relativa numerosità del campione) partecipante al progetto EPIC e per area geografica di appartenenza¹²⁴.

121 D. Matassino, L. Santoro, M. Occidente, *Alcune riflessioni conclusive*, op. cit.

122 D. Matassino, *Tutela della biodiversità e salute umana*, op. cit.

123 ASR (Age Standardised Rate = tasso di cancro standardizzato per età): è la sommatoria della velocità con cui si verificano nuovi casi di cancro, specifica per età, impiegando una popolazione esterna indicata come 'popolazione standard' ed è uguale a $\sum w_i/y_i$, dove: i indica la fascia di età; d_i è il numero di casi nell' i esima fascia di età; y_i è la dimensione della popolazione entro l' i esima fascia di età; w_i è il peso applicato al numero dei casi di cancro che si verificano nella i esima fascia di età e rappresenta la dimensione della popolazione 'standard' nella i esima fascia di età.

124 D. Matassino, *Tutela della biodiversità e salute umana*, op. cit..

| PAESE EUROPEO | NUMERO DI PARTECIPANTI | CONSUMO | | | | | INCIDENZA CCR | |
|--|------------------------|---------------------------|--------------------|-----------|----------------|------------|---------------|-------------|
| | | TOTALE (g/die pro capite) | VALORE INDICIZZATO | | | | ASR | INDICIZZATA |
| | | | CARNE | | | | | |
| | | | TOTALE (%) | ROSSA (%) | PROCESSATA (%) | BIANCA (%) | | |
| SPAGNA | 41438 | 135 | 100 | 100 | 100 | 100 | 11,3 | 100 |
| PAESI BASSI | 40072 | 125 | 93 | 95 | 134 | 45 | 14,4 | 127 |
| GERMANIA | 53088 | 120 | 89 | 73 | 151 | 45 | 15,7 | 139 |
| DANIMARCA | 57053 | 115 | 85 | 102 | 95 | 50 | 19,2 | 170 |
| ITALIA | 47749 | 113 | 84 | 89 | 63 | 97 | 10,9 | 96 |
| REGNO UNITO | 87932 | 90 | 67 | 59 | 73 | 71 | 12,4 | 110 |
| GRECIA | 28561 | 63 | 47 | 64 | 20 | 50 | 8 | 71 |
| PAESI MEDITERRANEI (VALORE MEDIA PONDERATA) | 117748 | 109 | 80 | 87 | 66 | 87 | 10 | 91 |
| PAESI EUROPA CENTRO-OVEST (VALORE MEDIA PONDERATA) | 238145 | 109 | 80 | 78 | 106 | 56 | 15 | 134 |

I suddetti dati relativi alla relazione tra consumo di carne e incidenza di CCR dimostrano che *la salute umana non è funzione di un singolo alimento ma di uno 'stile di vita'* in accordo con il significato originario del termine *dieta* ('*δίαιτα*') probabilmente di origine ippocratica; pertanto, la parola '*dieta*' comprende sia gli '*alimenti ingeriti*' (composizione nutrizionale, quantità assunta, effetto dell'associazione tra gli alimenti ingeriti sul metabolismo, ecc.), sia '*l'attività fisica*', nonché i '*rapporti socio-economici*' che l'individuo instaura con la '*microbiosfera*' dell'*'area geografica*' in cui vive. In tale contesto la relazione tra '*nutrizione*' e '*benessere*' dell'uomo non rappresenta un equilibrio statico ma un '*equilibrio dinamico*', nel tempo e nello spazio, in linea con l'evoluzione dello '*epigenoma*'. A tal proposito, come riportato al punto 1 delle '*linee guida per una corretta alimentazione finalizzata alla prevenzione del cancro*' (3. *International Conference 'Advances in nutrition and cancer'*, Napoli, 21 ÷ 25 maggio 2012), «I principi fondamentali di una buona alimentazione sono: moderazione, varietà ed equilibrio fra i diversi gruppi di nutrienti. Prediligi sempre cibi di qualità e igienicamente sicuri». *Di qui l'importanza, nello spirito e nella convinzione ippocratica, di una alimentazione onnivora*¹²⁵. A tal proposito si sottolinea quanto affermato dalla nutrizionista E. Bernardi¹²⁶: «Le proteine animali, quindi quelle che derivano dalla carne, dal pesce, dalle uova e dal latte, sono considerate di alta qualità perché contengono tutti gli aminoacidi essenziali e sono molto digeribili. Quelle vegetali

125 D. Matassino, *Tutela della biodiversità e salute umana*, op. cit..

126 E. Bernardi, in A. Mossini «*Carnivori o vegetariani? Confronto a due senza se e senza ma*», Eurocarni, 7, 2013, 25.

hanno in genere una qualità inferiore, una digeribilità minore e mancano di alcuni aminoacidi essenziali». E, poiché una persona può essere considerata, *olisticamente*, un vero e proprio sistema ‘*cibernetico*’ ove l’agire di infiniti sofisticati complessi sistemi interattivi, non facilmente individuabili e/o identificabili, giocano un ruolo complesso nell’indirizzare la deriva di un comportamento umano, anche il suo ‘*regime alimentare*’ deve integrarsi con il determinato ‘*momento di vita*’ che la ‘*persona*’ stessa sta vivendo. Infatti, sempre E. Bernardi sottolinea quanto sia indispensabile per una donna, in ‘*stato*’ di ‘*gravidanza*’ o di ‘*allattamento*’, non seguire un ‘*regime alimentare*’ di natura ‘*vegetariana*’ ma, piuttosto, ‘*arricchito*’ con ‘*alimenti*’ di ‘*origine animale*’, in particolare ‘*carne rossa*’, in quanto miglior fonte, quest’ultima, di ‘*ferro*’ biodisponibile (*ferro-eme*).

Le suddette affermazioni sono in perfetta armonia con la concezione della già citata ‘*geografia della salute*’, la quale viene egregiamente sintetizzata nella seguente affermazione di M. Hanson¹²⁷: «l’atto di fecondazione 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». La ‘*costruzione*’ di un soggetto vivente in stretto rapporto con la madre e con l’ambiente uterino ha inizio molto precocemente fin dalla fase di embrione ‘*unicellulare*’; fase in cui si instaura un vero e proprio *cross-talk* (colloquio incrociato) tra madre ed embrione al fine di garantire l’impianto in utero e la tolleranza immunologica. Questo *cross-talk* è rafforzato, inoltre, dalla esistenza di uno ‘*scambio*’ naturale di cellule tra la *madre* e il *feto*; scambio che dà origine al fenomeno del *microchimerismo*¹²⁸. Un individuo continuamente si modifica, fin dal grembo materno, per una ‘*spartizione*’, armonica e non, tra l’informazione contenuta nel suo DNA e l’influenza dei fattori ‘*ambientali*’ peculia-

127 M. Hanson, in Menotti Calvani, *Speciale Spoletoscienza. La globalizzazione della salute*, Sigma Tau - XXIII Spoletoscienza, Spoleto 3 luglio 2011, c.f. <http://www.osservatoriomalattierare.it/attualita/854-speciale-spoletoscienza-la-globalizzazione-della-salute>.

128 Il *microchimerismo* si ha quando un individuo è ‘*portatore*’ di un ridotto numero di cellule il cui patrimonio genetico è diverso da quello dell’individuo; si distinguono: (a) un *microchimerismo* ‘*materno*’, nel quale cellule materne migrano nel feto; (b) un *microchimerismo* ‘*fetale*’, nel quale cellule fetali migrano nella madre (D. Matassino, *Laicità della scienza, op. cit.*).

ri e variabili caratterizzanti il *'microcosmo'* in cui l'individuo vive. Tale concetto restituisce importanza ai processi *epigenetici* (cosiddetta *'soft inheritance'*) che vanno al di là dell'ereditarietà *'mendeliana'* (cosiddetta *'hard inheritance'*). In tale contesto, la *prevenzione* di malattie non può prescindere dalla *conoscenza dei processi epigenetici* che avvengono nelle prime fasi di sviluppo del feto, nonché nei primi mesi di vita *post-natale*: *regime alimentare, età, ordine di gravidanza della madre, stress, attività fisica praticata dalla madre, attitudine epimeletica, ecc..* Un esempio ben noto dell'importanza del regime alimentare durante la vita uterina è l'*effetto 'nonna'* per cui gli effetti negativi della *'restrizione alimentare'* vissuta da alcune donne in Olanda occidentale in seguito alla carestia del 1944-45 non rimane confinato solo ai figli o alle figlie delle donne che subiscono la *'restrizione alimentare'* ma si manifesta anche sui nipoti o sulle nipoti di queste donne, da cui la denominazione di effetto *'nonna'*; infatti, le figlie nate dalle donne esposte alla *'restrizione alimentare'*, a loro volta, partoriscono *figli o figlie più sensibili a determinate malattie* (obesità, diabete, disturbi cardiovascolari, schizofrenia, depressione) rispetto ai soggetti non esposti alla *'restrizione alimentare'*. Quelli esposti presentano un differente grado di metilazione¹²⁹ di alcuni segmenti di DNA codificanti

129 La *metilazione* del DNA e/o degli istoni rappresenta una delle *modificazioni epigenetiche* della cromatina in grado di influenzare l'espressione di un segmento di DNA codificante polipeptide/i (*'gene'*). Altre *modificazioni epigenetiche*, a oggi note, sono: *acetilazione, fosforilazione e ubiquitinazione degli istoni*; a esse va aggiunto l'importante ruolo regolativo dell'espressione *'genica'* esercitato da alcune categorie di RNA (a esempio microRNA). L'*acetilazione*, consistente nell'aggiunta di un gruppo *'acetile'* al residuo ε-amminico delle lisine degli istoni, è sempre associata ad attivazione dell'espressione di un segmento di DNA codificante polipeptide/i (*gene*). La *metilazione*, consistente nell'aggiunta di uno o più gruppi *'metile'* (CH₃) all'atomo di azoto presente sulla catena laterale o della lisina o dell'arginina degli istoni (prevalentemente dell'istone H3 o H4), può indurre *'attivazione'* o *'silenzamento'* dell'espressione di un segmento di DNA codificante polipeptide/i (*'gene'*) a seconda dell'*amminoacido che viene metilato* e della *sua posizione* lungo la catena amminoacidica dell'*istone*. A esempio, la *metilazione dell'arginina sembra favorire la trascrizione dell'informazione genica*; al contrario, la *metilazione della lisina, a seconda della sua posizione lungo la catena amminoacidica dell'istone, favorisce o lo 'spegnimento' o l'accensione*: l'aggiunta di 3 *gruppi metilici* alla lisina, che occupa la posizione 27 della catena amminoacidica dell'istone H3, induce lo *'spegnimento'* dell'informazione genetica, mentre l'aggiunta di 3 *gruppi metilici* alla lisina, che occupa la posizione 4 della catena amminoacidica dello stesso istone H3, induce l'*'attivazione'* dell'informazione genetica. L'*ambivalenza funzionale della stessa modificazione epigenetica può essere interpretata considerando ciascuna modificazione istonica* non come evento singolo ma come un *'fenomeno relazionale'* nel contesto della

polipeptide/i ('geni'), tra i quali il 'gene' codificante il *fattore di crescita 'IGF2'* (*insulin growth factor – like 2* = fattore di crescita 2 simile all'insulina). Tale fattore di crescita svolge azioni simili a quelle dell'*insulina* da cui la denominazione; in particolare, esso promuove l'accrescimento del feto attraverso una intensificazione della divisione cellulare di vari tipi di cellula¹³⁰. I *fattori influenzanti la vita intrauterina del nascituro* sono importanti non solo per lo sviluppo '*fisico*' dello stesso, ma anche per quello '*psichico*'. J.R. Seckl e M. C. Holmes¹³¹ indicano che lo *stato umorale* e l'*equilibrio psicofisico della gestante* si ripercuotono sull'*encefalo* e quindi sul '*comportamento*' del nascituro. In particolare, un eccesso di '*cortisolo*' prodotto dalla madre in seguito a stress, soprattutto tra la 12. e la 16. settimana di gravidanza¹³², induce una *minore produzione di cellule nervose nel feto* e un'accelerazione della loro maturazione in una fase precoce rispetto a quella fisiologica; tutto ciò si concretizza in alterazioni del processo di '*migrazione neuronale*' dagli strati più *profondi* dell'encefalo a quelli più *superficiali* della corteccia, soprattutto frontale, *con conseguenti disturbi cognitivi ed emotivi* a lungo termine nel nascituro. Probabilmente, tale fenomeno è mediato da *meccanismi epigenetici* che coinvolgono modificazioni dell'espressione dei segmenti di DNA codificanti i recettori

cromatina; infatti, l'effetto biologico di una *modificazione* dipende anche dalle altre *modificazioni* presenti sullo stesso istone o sui differenti istoni appartenenti al medesimo *nucleosoma*. A esempio, la *condensazione mitotica della cromatina* avviene quando l'istone H3 è fosforilato non solo a livello dell'amminoacido serina che occupa la posizione 10 della catena amminoacidica ma anche a carico della serina in posizione 28 e della treonina in posizione 11 della stessa catena amminoacidica (D. Matassino, *Bioterritorio intelligente in funzione della geografia della salute*, convegno «Modernizzazione e sviluppo del sistema agro-pastorale in Capitanata: dall'indagine storica alla realtà attuale», Foggia, 15 novembre 2012, c.f. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf [accesso del 17.12.2013]).

- 130 T.J. Roseboom, J.H.P. Van Der Meulen, A.C.J. Ravelli et al., *Effects of prenatal exposure to the Dutch famine on adult disease in later life: an overview*, *Molecular and Cellular Endocrinology*, 185, 2001, pp. 93-98; R.C. Francis, *Epigenetics the ultimate mystery of Inheritance*, WW. Norton & Company, Inc., New York, 2011 (trad. it A. Tutino «L'ultimo mistero dell'ereditarietà», La Biblioteca delle Scienze, pp. 190); D. Matassino, *Bioterritorio intelligente in funzione della geografia della salute*, *op. cit.*
- 131 J. R. Seckl e M.C. Holmes, *Mechanisms of disease: glucocorticoids, their placental metabolism and fetal 'programming' of adult pathophysiology*, *Nat Clin Pract Endocrinol Metab*, 3(6), 2007, pp. 479-88.
- 132 Fase dello sviluppo fetale durante la quale i neuroni si riproducono a un ritmo molto intenso e migrano dagli strati più profondi dell'encefalo a quelli più superficiali della corteccia.

dei glucocorticoidi; tali effetti di *natura epigenetica* si manifestano anche nelle successive generazioni. Un'altra fase della vita sensibile all'effetto dello stress è rappresentata dalla *'pubertà'*, periodo in cui le connessioni tra i neuroni vengono stabilizzate e alcuni circuiti neuronali vengono *'potati'* per una migliore efficienza corticale. Anche in questa fase un eccesso di *'cortisolo'* rende *iperattiva* l'*amigdala* (area encefalica che controlla le emozioni e per questo denominata anche *'anima'*).

Analogamente, lo *'stile cognitivo'* manifestato dalla madre durante la gravidanza può essere trasmesso ai figli e può riemergere in questi ultimi durante la vita adulta; a esempio, uno stile di tipo *'depressivo'* comporta uno *status* umorale analogo nel figlio diciottenne¹³³.

La *'costruzione'* di un soggetto vivente in stretto rapporto con la madre è anche ampiamente sottolineata da J. Bowlby¹³⁴, il quale con la *'teoria dell'attaccamento'*, integrante psicoanalisi ed etologia, evidenzia come le cure materne (suzione, ricerca del contatto, inseguimento, pianto e sorriso, ecc.) nei primi anni di vita svolgano un ruolo basilare per le *successive manifestazioni psichiche del bambino*; infatti, *il legame con la madre è il prototipo* di altri legami affettivi che l'individuo formerà nel corso della propria vita. Sono stati identificati 4 modelli di *'attaccamento'*:

- (a) tipo *'sicuro'*;
- (b) tipo *'resistente-ambivalente'*;
- (c) tipo *'evitante'*;
- (d) tipo *'disorganizzato/disorientato'*.

Lo sviluppo dell'attaccamento sembrerebbe dipendere soprattutto dalla sensibilità della madre nel rispondere ai segnali del bambino e dalla tempestività, nonché dall'appropriatezza delle sue risposte.

L'*'epigenetica comportamentale'*¹³⁵ evidenzia che la *relazione tra cure parentali e comportamento della prole* ha una base *epigenetica*. Nel *ratto*, le neonate che non vengono leccate adeguatamente dalla madre *tendono a diventare soggetti sensibili allo stress*; tale effetto comportamentale è associato

133 R. M. Pearson, J. Evans, D. Kounali et al., *Maternal depression during pregnancy and the postnatal period risks and possible mechanisms for offspring depression at age 18 years*. JAMA Psychiatry, October 09 2013, doi:10.1001/jamapsychiatry.2013.2163.

134 J. Bowlby, *An ethological approach to research in child development*, British Journal of Medical Psychology, 30, 1957, pp. 230-240; Id., *The nature of the child's tie to his mother*, International Journal of Psycho-Analysis, XXXIX, 1958, pp. 1-23.

135 L'*'epigenetica comportamentale'* studia il ruolo dell'*epigenetica* nell'influenzare il comportamento animale e umano.

a *modificazioni dello stato di metilazione* della regione promotrice del ‘gene’ GR a livello dell’ippocampo, nonché a modificazioni dello stato di *acetilazione* degli istoni¹³⁶. Questi pionieristici risultati sono stati poi confermati nell’uomo¹³⁷. Inoltre, nel ratto, è dimostrato che anche le figlie femmine dei soggetti che non sono adeguatamente ‘*leccati*’ dalla madre tendono ad avere una scarsa attitudine ‘*epimeletica*’ verso la propria prole¹³⁸.

I meccanismi che rendono possibile la percezione cosciente delle immagini è già presente, sebbene in maniera debole, nel bambino a 5 mesi di età, per poi diventare più attivi a 12 e a 15 mesi di età¹³⁹.

L’esistenza di meccanismi ‘*epigenetici*’ comporta le seguenti 4 implicazioni concettuali¹⁴⁰:

- (a) *l’evoluzione va considerata non solo in termini di cambiamento di frequenze alleliche* (secondo l’attuale paradigma neodarwiniano), ma come l’insieme dei processi che portano a un cambiamento nella frequenza di ‘*modelli ereditabili*’;
- (b) *i modelli ereditabili sono riconducibili, come già detto, a quattro dimensioni*:
 - (i) *genetica*
 - (ii) *epigenetica*
 - (iii) *comportamentale*
 - (iv) *simbolica* (trasmissione tramite il linguaggio o altre forme);
- (c) *la definizione di ‘gene’, basata su una semplice e presunta corrispondenza fra un segmento di DNA e un determinato fenotipo, diventa sempre più inconsistente; viceversa, sempre maggiore*

136 I.C. Weaver, N. Cervoni, F.A. Champagne et al., *Epigenetic programming by maternal behavior*, Nat. Neurosci., 7 (8), 2004, pp. 847-54.

137 P.O. McGowan, A. Sasaki, A.C. D’Alessio et al., *Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse*, Nat. Neurosci. 12 (3), 2009, pp. 342-8; G. Miller, *Epigenetics. The seductive allure of behavioral epigenetics*, Science 329 (5987), 2010, pp. 7-24.

138 R.C. Francis, *Epigenetics the ultimate mystery of Inheritance*, op. cit.

139 S. Kouider, C. Stahlhut, S.V. Gelskov et al., *A Neural Marker of Perceptual Consciousness in Infants*, Science, 340 (6130), 2013, pp. 376-380.

140 E. Jablonka e M. J Lamb, *Epigenetic inheritance and Evolution. The Lamarckian dimension*, op. cit.; Id., *L’evoluzione in quattro dimensioni. Variazione genetica, epigenetica, comportamentale e simbolica nella storia della vita*, op. cit.; M. F. Fraga E. Ballestar, M. F. Paz et al., *Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins*, Proc Natl Acad Sci USA 102 (30), 2005, pp. 10604-9; G. Boniolo (2007), citato da M. Bedau, P.P. Di Fiore, M. Ferraguti et al., *Filosofia e scienze della vita. Un’analisi dei fondamenti della biologia e della biomedicina* (a cura di G. Boniolo, S. Giaimo), Mondadori Milano, 2008, pp. 386; D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit.

centralità viene assegnata alle proprietà ‘emergenziali’ o ‘emergenti’¹⁴¹ per cui un comportamento biologico è governato da una struttura costituita da diversi livelli organizzativi, regolati ciascuno da norme proprie ma, al contempo, interconnessi da rapporti ‘istantanei’, ‘non prevedibili’ quindi ‘stocastici’;

- (d) il valore dell’ ‘identità dell’individuo’ viene rafforzato dal momento che alcuni studi evidenziano che gemelli monozigoti differiscono per lo *status* ‘epigenetico’ (diverso grado di metilazione del DNA e di acetilazione degli istoni).

Alla luce dei fenomeni ‘epigenetici’ è possibile introdurre una nuova terminologia:

- (a) *epigenoma*, da considerare come risultato delle modificazioni della ‘cromatina’ regolanti l’espressione del genoma;

141 Un comportamento può essere definito ‘emergente’ quando esibisce proprietà che non possono essere spiegate dalle leggi che governano le sue componenti; esso scaturisce da relazioni non lineari tra le componenti stesse (P. Bridgman, *The Logic of Modern Physics*, The MacMillan Company, New York 1927). A esempio, un comportamento ‘complesso’ non è proprietà della singola entità e non può essere dedotto da quello di una entità del livello più basso. Un comportamento ‘emergente’ può essere definito anche come il processo di formazione di schemi ‘complessi’ a partire da regole più semplici; una esemplificazione può ottenersi osservando il cosiddetto ‘gioco della vita’: un automa cellulare la cui evoluzione è determinata dal suo stato iniziale senza necessità di alcun *input* da parte di giocatori umani (M. Gardner, *The fantastic combinations of John Conway’s new solitaire game «Life»*, Scientific American, 223, 1970, pp. 120-123). Una delle ragioni per cui si verifica un *comportamento emergente* è che il numero di interazioni tra le componenti di un sistema aumenta combinatorialmente con il numero delle componenti, consentendo il potenziale emergere di nuovi, spesso impercettibili, tipi di comportamento. *Non è solo il numero di connessioni tra le componenti a supportare l’emergenza, ma anche l’organizzazione di queste connessioni.* L’emergenza è facilmente riscontrabile in ‘sistemi biologici’, con particolare riferimento agli ‘animali sociali’; essa si manifesta anche in altri ambiti (a esempio la fisica delle particelle). Strettamente connessa all’ ‘emergenza’ è l’ ‘autorganizzazione’, definita come proprietà di sviluppare strutture ‘ordinate’ da situazioni localmente ‘caotiche’ (D. Matassino, N. Castellano, G. Gigante et al., *Report on the ‘Omic Science’*, 13th Workshop for European National Coordinators for the Management of Farm Animal Genetic Resources, Dublino, 25 agosto 2007, cfr. http://www.rfp-europe.org/fileadmin/SITE_ERFP/ERFP_meetings/2007_Dublin/Dublin2007_OmicScience_Matassino.pdf; D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit.; Id., *Bioterritorio intelligente in funzione della geografia della salute*, op. cit.; D. Matassino, L. Santoro, M. Occidente, *Alcune riflessioni conclusive*, op. cit.).

- (b) *'epigene'*, inteso, secondo la definizione di L. Moss¹⁴², non come *'agente causale dello sviluppo'*, ma come *'risorsa di sviluppo'*, utilizzata di volta in volta dal contesto cellulare; l'*'epigene'* sarebbe identificabile con un *'gene che vive'*, cioè con «una sequenza di DNA contenente una informazione potenziale che si può attualizzare istantaneamente e spazialmente»;
- (c) *'epialleli'* intesi come alleli identici nella sequenza nucleotidica ma differenti per l'entità della metilazione contribuenti a incrementare la *'variabilità fenotipica'*.

4. Conclusioni

1. La *complessità* della relazione *'alimentazione-benessere fisico psichico sociale dell'uomo'* richiede la necessità di un approccio *multi-disciplinare e interdisciplinare* alla problematica nutrizionale basato sull'intervento e sulla cooperazione, in uno *spirito pleromico* di San Paolo memoria, di numerosi specialisti (agronomo, bioeticista, bioinformatico, biologo, ecologo, fisiologo, genetista, geriatra, patologo, pediatra, sociologo, tecnologo alimentare, zootecnico, ecc.)¹⁴³.
2. La conoscenza è un *'continuum'* di ricerca della *'verità'*. È un comportamento proprio dell'*'umano'* ricercare continuamente la *'verità'* scientifica sulla base di motivazioni oggettive che siano in grado di spiegare e/o di interpretare le modalità del verificarsi di tanti eventi biologici¹⁴⁴.
3. J. Ratzinger¹⁴⁵ evidenzia... «La verità... è *"lógos"* che crea *"diá-logos"* e quindi comunicazione e comunione. La *"verità"*, facendo uscire gli uomini dalle opinioni e dalle sensazioni soggettive, consente loro di portarsi al di là delle determinazioni culturali e storiche e di incontrarsi nella valutazione del valore e della sostanza delle cose»... «Nell'attuale contesto sociale e culturale in cui è diffusa la tenden-

142 L. Moss, citato da M. Bedau, P.P. Di Fiore, M. Ferraguti et al., *Filosofia e scienze della vita. Un'analisi dei fondamenti della biologia e della biomedicina*, op. cit.

143 D. Matassino, C.M.A. Barone, A. Di Luccia et al., *Genomica e proteomica funzionali*, op. cit.

144 D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit.

145 J. Ratzinger, *Lettera Enciclica Caritas in Veritate ai Vescovi ai Presbiteri e ai Diaconi alle persone consacrate ai fedeli laici e a tutti gli uomini di buona volontà sullo sviluppo umano integrale nella carità e nella verità*, Libreria Editrice Vaticana, 2009.

za a relativizzare il vero, vivere... nella verità»... è «indispensabile per la costruzione di una buona società e di un vero sviluppo umano integrale». Dice J. Ratzinger¹⁴⁶ «...Desidero richiamare due criteri orientativi dell'azione morale, in particolare, dettati in special modo dall'impegno per lo sviluppo in una società in via di globalizzazione: la "giustizia" e il "bene comune"». «La giustizia anzitutto. *Ubi societas, ibi ius*: ogni società elabora un proprio sistema di giustizia»... «Non posso "donare" all'altro del mio, senza avergli dato in primo luogo ciò che gli compete secondo giustizia».

4. J.M. Bergoglio¹⁴⁷ ribadisce il concetto che la 'verità' deve coincidere con una visione che si concretizza con «...Un modo relazionale di guardare il mondo, che diventa conoscenza condivisa, visione nella visione dell'altro e visione comune su tutte le cose... La verità è la verità dell'amore, se è la verità che si schiude nell'incontro personale con l'Altro e con gli altri, allora resta liberata dalla chiusura nel singolo e può fare parte del bene comune. Essendo la verità di un amore, non è verità che s'imponga con la violenza, non è verità che schiaccia il singolo». In questo modo il dialogo tra 'fede' e 'scienza' si rafforza in quanto la fede «...illumina anche la materia, confida nel suo ordine, conosce che in essa si apre un cammino di armonia e di comprensione sempre più ampio. Lo sguardo della scienza riceve così un beneficio dalla fede: questa invita lo scienziato a rimanere aperto alla realtà, in tutta la sua ricchezza inesauribile. La fede risveglia il senso critico, in quanto impedisce alla ricerca di essere soddisfatta nelle sue formule e la aiuta a capire che la natura è sempre più grande».
5. È la *ragione* che permette all'umano di capire la regola o la norma che sottende il verificarsi di un determinato evento. La *ragione*, che nel pensiero greco si concretizza nella parola e nella sua articolazione, conduce a discernere la validità delle varie condizioni, o, meglio, delle varie evidenze cosiddette 'scientifiche' al fine di poter individuare quella *più logica, più sensata, più probabilmente reale* e, quindi, più prossima alla *verità*. Si può ritenere che la *conoscenza* sia lo strumento 'principe' per l'apertura di orizzonti formanti la coscienza e la sensibilità alla giustizia e alla libertà orientate all'*alterità*¹⁴⁸.

146 *Ibidem*.

147 Francesco (J.M. Bergoglio), Lettera Enciclica *Lumen Fidei*, Tipografia Vaticana, 2013.

148 D. Matassino, *Laicità della scienza, op. cit.*

6. Certo che *lo scienziato ha un'enorme responsabilità nell'influenzare l'opinione pubblica*, per cui il suo comportamento deve essere consono a dover divulgare risultati sicuramente attendibili nel senso di essere confortati dal metodo sperimentale di Galileiana memoria e di ritenere che la sua *scoperta deve costituire sempre il punto di partenza e mai di arrivo*¹⁴⁹.
7. Dice S.S. Giovanni Paolo II che il *sacerdozio* dell'uomo di scienza *non può misconoscere la forza dell'istanza etica*, pur nell'utilità della conoscenza dei meravigliosi e sofisticati meccanismi biologici che presiedono alla vita di relazione, qualunque sia il suo livello di organizzazione (da quello submolecolare a quello ecosistemico). *È il singolo ricercatore che, responsabilmente e ineludibilmente, deve porsi l'istanza etica*¹⁵⁰.
8. *In una prospettiva antropologica globale del rapporto uomo-ambiente*, bisogna integrare l'aspetto biologico e l'aspetto culturale in un'unica visione d'insieme in cui l'uomo e l'ambiente siano visti nella reale solidarietà necessaria sia allo sviluppo della persona che alla qualità della vita. *Non si dà autentico sviluppo senza una nuova cultura del rapporto uomo-ambiente che tenga conto di tutte le dimensioni della persona e delle esigenze di tutti i popoli*¹⁵¹.
9. Si rende sempre più necessario un lavoro educativo incentrato sulla dignità e sui diritti della persona umana e sul valore dell'ambiente per l'uomo. In fondo, è il modello *'personalista'* che deve guidare qualsiasi azione dell'uomo. Solo una visione *'personalista'*, ben lontana da quella *'monodiana'* o da quella *'pragmatista-utilitarista'* o da quella *'socio-biologica'*, sarà in grado di guidare le azioni umane in modo tale che queste abbiano sempre come fine l'uomo¹⁵².
10. *Solo un libero dibattito* può contribuire profondamente a individuare soluzioni condivise anche su idee innovative; quindi, è la *'ragione'*, priva di orpelli e di condizionamenti ideologici, che *deve guidare la persona* lungo il suo percorso di vita. In fondo, questi concetti sono

149 D. Matassino, *La biotecnologia tra libertà di ricerca e regolamentazione*, op. cit..

150 D. Matassino, *Impariamo dalla natura*, op. cit.

151 D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit.

152 D. Matassino, *Relazione di salute*, VIII Congr. Naz. Associazione Scientifica di Produzione animale (ASPA), Sorrento, 23÷24 maggio 1989, in *Zootecnica Nutrizione Animale*, 15; *Id. Round table: productivity, technical progress and environmental protection in agricultural research*, Proc. of the Scientific Meeting 'Perspectives for Agriculture and Society in the third Millenium', Pisa, 15 febbraio, 1991, in *Agr. Med.*, Vol. 122 (Special issue), 1992, 107.

ampiamente contenuti nella metodica *'maieutica'* di Socrate e potrebbero essere considerati parte fondante della *'didattica metacognitiva'*¹⁵³.

11. J. Ratzinger¹⁵⁴ evidenzia che una delle motivazioni più importanti *affinché la scienza abbia autorevolezza, credibilità e rispettabilità* è la sua capacità di poter prevedere il verificarsi di certi fenomeni e di studiarli e controllarli nel loro dinamismo temporale e spaziale. Affinché questa *'credibilità'* sia *'eticamente accettabile'*, lo scienziato non può esimersi dall'assunzione di responsabilità nell'applicare il metodo scientifico al fine di raggiungere dinamici traguardi di vita. Lo *scientismo*, basato sul determinismo biologico, non può trovare accoglienza nel contesto della *'irriducibile complessità'* del funzionamento anche di una sola semplice cellula¹⁵⁵.
12. *L'epigenetica* suggerisce una *visione alternativa* alla concezione di *'funzione direttiva'* del *'gene'* (segmento di DNA codificante polipeptide/i); visione coincidente con quella di funzione *'direttiva'* della *'cellula'*; in accordo con tale nuova concezione, i *'geni'* sarebbero da considerare i tasselli di una numerosa *'compagnia'* di composti biochimici: composti che interagendo fra di loro contribuiscono a elevare la *'complessità'* propria di una cellula; pertanto, sarebbe la cellula, quale laboratorio *'biochimico'* *complesso e sofisticato*, a decidere se un *'gene'* deve essere impegnato o meno, in un determinato istante, nella trascrizione dell'informazione¹⁵⁶.
13. *Il presente* è il *'momento olistico'* (o di sintesi) *dell'incontro della memoria 'antropo-bio-geo-pedo-climatica' del 'passato' con l'utopia del 'futuro'*.
14. È innegabile che il cibo è innanzitutto un fenomeno *'culturale'* e rappresenta l'espressione della *'identità'* della *'microbiosfera'* di una determinata *'area geografica'*; il retaggio culturale può modificare il comportamento *'onnivoro'* dell'uomo.

153 D. Matassino, *Didattica metacognitiva*, Lezioni del Corso di Zootecnica speciale, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, 1971.

154 Benedetto XVI (J. Ratzinger), *Discorso all'Università di Ratisbona*, c.f. http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2006/september/documents/hf_benxvi_spe_20060912_university-regensburg_it.html [accesso del 17.12.2013]

155 D. Matassino, *Laicità della scienza*, op. cit.

156 D. Matassino, *Bioterritorio intelligente in funzione della geografia della salute*, op. cit.

15. Nel perseguire obiettivi di *'sanità alimentare'* al fine di assicurare uno stato di *'benessere fisico psichico sociale'* dell'uomo diventa sempre più importante tener conto dell'*'eredità culturale e genetica'* del nostro *passato evolutivo*.