

La ‘irriducibile complessità’ cellulare prodromo della diversità biologica e fondamento di una biopoiesi (manifestazione epigenetica)

Donato Matassino ^{(1) (2)}

- (1) Cattedra di Zootecnica generale e Miglioramento genetico - Dipartimento di Scienze biologiche e ambientali - Università degli Studi del Sannio – via Porta Arsa, 11 – 82100 Benevento – Italia - Tel.: +39 0824 305147; email: matassino@unisannio.it
- (2) ConSDABI - *National Focal Point* italiano della FAO (NFP.I - FAO) per la tutela del germoplasma animale in via di estinzione nell’ambito della Strategia Globale FAO per la gestione della risorsa genetica animale (GS-AnGR, *Global Strategy for the Management of Farm Animal Genetic Resources*) – Centro di Scienza Omica per la Qualità e per l’Eccellenza nutrizionali - Centro di Ricerca sulle Risorse Genetiche Animali di Interesse Zootecnico - Centro Produzione Sperma ed Embrioni - Contrada Piano Cappelle - 82100 Benevento – Italia - Tel.: +39 0824 334300; tf.: +39 0824 334046; email: consdabi@consdabi.org; Internet: www.consdabi.org

L'agricoltura ha le sue fondamenta, le sue radici, il suo prodromo sulla diversità biologica caratterizzante i vari organismi viventi sul pianeta terra e compresi in una sfera tassonomica variabile dall'unicellulare al pluricellulare più complesso. È la variabilità biologica la fonte inesauribile e rinnovabile da cui attingere le informazioni necessarie per realizzare uno sviluppo sostenibile dinamico nel tempo e nello spazio di un *bioterritorio* (figura I), quindi delle relative attività produttive. Queste attività si estrinsecano in una serie di biopoiesi (galattopoiesi, miopoiesi, ovopoiesi, tricopoiesi, ecc.) legate a complesse reti cibernetiche che si sublimano teleonomicamente e teleologicamente nel fornire specialmente quelle biomolecole di infinita valenza *'nutrizionale'*, *'extranutrizionale'* e *'salutistica'* le quali sono alla base di quel coacervo di eventi concretizzanti nel raggiungimento di un benessere dinamico dell'uomo. È la *'irriducibile complessità'* della singola cellula che esplica un ruolo *'unico'*, istante per istante, in quanto è sollecitata continuamente da interazioni *intra* e *intercellulari* tra la struttura organizzata del DNA nucleare e mitocondriale e la miriade di fattori definibili *'ambientali'* (non genetici). La *'dinamica del fenomeno della complessità'* evidenzia l'esigenza di una visione sempre più integrata *'genotipo-fenotipo'* nel funzionamento di qualsiasi *'entità biologica'*; funzionamento che potrebbe essere considerato, come nel *'mandala'*, il risultato delle interazioni di diversi sottosistemi (figura II). La *complessità* degli esseri viventi richiede un *approccio 'sistemico'*; approccio identificabile con la *'teoria generale dei sistemi'*, resa ufficiale da L. von Bertalanffy nel 1945 e già espressa da Needham nel 1936. Secondo Needham, il sistema vivente è necessariamente *'policromatico'*, è una *'complessità variegata'* che si esprime in una essenza *'singola'*; pertanto, l'*'interezza'* dell'organismo è fondamentale nella *biocomunicazione*. Bettini (1972) definì il sistema come *"un insieme di processi interagenti caratterizzati da un numero più o meno grande di mutue relazioni funzionali"* o, se si preferisce, *"un complesso di eventi o di fenomeni di vita reale contrassegnati da scambievoli legami funzionali"* (Matassino, 1978, 1984).

Qualsiasi sistema o modello biologico indubbiamente è *'irriducibilmente complesso'* nel senso che esso include, sempre, un insieme di componenti talmente ben assortite per cui, qualsiasi eventuale intervento discriminante tendente a separarne alcune da altre, è negativo essendo esse mutuamente relate e, quindi, indispensabili per il mantenimento della struttura sistemica nonché della *regolare* funzione che deve esplicare il sistema stesso. Questo insieme di componenti, da ritenere indispensabili, costituisce quello che può essere identificato con l'*'irriducibile core (cuore)'* del sistema stesso.

L'espressione *'irriducibile complessità'* è stata definita da Behe (1996): *"Un singolo sistema costituito da diverse parti che interagiscono tra loro e che contribuiscono alla funzione fondamentale; la rimozione di una qualsiasi delle suddette parti compromette il funzionamento del sistema stesso"*.

Organi e caratteristiche biologiche *'irriducibilmente complesse'* credo che non possano essere spiegati dai modelli attualmente esistenti; infatti, un *'modello'* schematico di evoluzione della *'irriducibile complessità'*, secondo Behe (1996), è quello che contiene uno o più stadi non selezionati, nel senso che una o più mutazioni sono necessarie, ma non vengono sottoposte a selezione; pertanto, il grado di *'irriducibile complessità'* può essere stimato come numero di stadi non sottoposti a selezione nell'ambito del predetto modello.

L'*'irriducibile complessità'* è stata sempre oggetto di discussione come la disputa, mai sopita, del dualismo *'somatico-germinale'* di Weissman risalente alla fine del 1800, successivamente (anni 1940÷50) ripreso, su base sperimentale e teorica, da Waddington con i concetti di:

- (a) *'paesaggio epigenetico'*
- (b) *'canalizzazione dello sviluppo'*
- (c) *'assimilazione genetica'*.

Il *'paesaggio epigenetico'* è identificabile con una serie di *'percorsi di sviluppo'*; ogni percorso si origina da uno stadio ove segmenti di DNA *'attivi'* danno origine a una diramazione di nuovi percorsi; pertanto, ogni stadio di sviluppo è a sua volta un vero e proprio *'battistrada'* per il successivo.

La *'canalizzazione dello sviluppo'* comprende tutte quelle modalità comportamentali di un essere vivente concretizzanti, poi, nella *'capacità al costruttivismo'* che si realizza *'canalizzando'* lo sviluppo verso le vie alternative al variare delle condizioni ambientali in un determinato contesto microambientale. Sulla base della filosofia *'realistica'* inglese riconducibile a *'l'évolution créatrice'* di H. Bergson (1907), non vi potrebbe essere *'evoluzione'* senza *'canalizzazione'* fortemente dipendente da uno o più *'constraint'* (vincolo). La figura III si riferisce alla rappresentazione della *'rete di vincoli'* e del probabile *'sistema operativo'*; sistema comprendente sia la fase di *'capacità al costruttivismo'* (Matassino, 1989, 1992; Lewontin, 1993, 2004) del *singolo organismo* che quella *'selettivo-stocastica'* operativa a livello popolazionistico. Dall'esame della figura III si evidenzia come alcuni *'constraint'* (*genetici e filogenetici*) e *la fase di ottenimento genotipo/fenotipo* sono compresi nell'area di *'transvariazione'* fra le due fasi: *organistico costruttiva* e *popolazionistico selettivo-stocastica*. Certamente, in questo contesto non avrebbe *semanticità* un approfondimento del meccanismo biologico comprendente l'effetto dei *'constraint'* (vincolo).

Un *'constraint'* è *'un fattore che costringe a condizionare o positivamente o negativamente i cambiamenti fenotipici in una direzione stabilita dalla storia passata o dalla struttura formale, anziché dal corrente adattamento'* (Gould, 1989). Questa *'canalizzazione'*, secondo Bettini (1972), è resa possibile da *'dighe'* che sono identificabili con *'piani di organizzazione cosmica'* che ne disciplinano il flusso. L'*'assimilazione genetica'* viene definita come fenomeno consistente in una *'modificazione fenotipica'* dovuta a stimoli ambientali e identificabile con la *'plasticità fenotipica'*, inizialmente non ereditabile, ma che successivamente può diventare trasmissibile nel corso del succedersi di generazioni, grazie a un vantaggio selettivo. L'*'assimilazione genetica'* viene interpretata dagli evoluzionisti quale manifestazione di una variabilità genetica *'criptica'* in un determinato microambiente. Si ritiene che stimoli ambientali possano favorire l'espressione di una *'variabilità genetica latente'* e i fenomeni relativi, sortiti dall'ambiente dopo uno *'screening'* effettuato dalla selezione naturale, possano essere assimilati *'geneticamente'*. Quando si verifica questo evento si parla di fenomeno della *'capacitazione'*; fenomeno che si ha a seguito di *'stress'* ambientali il cui effetto si concretizza in una riattivazione di *'potenzialità genetiche represses'* estrinsecanti nella comparsa di nuovi *'fenotipi'*.

L'*'assimilazione genetica'* e la *'capacitazione'* sono due avvenimenti che devono indurre a considerare naturalmente l'importanza del mantenimento di un elevato livello di biodiversità; infatti, la *'diversità biologica'* è lo *'strumento principe'* che permette alla natura di *'sincronizzarsi'* alla velocità dei cambiamenti ambientali e, pertanto, essa svolge un ruolo insostituibile sia come anello di congiunzione del presente con il passato sia come mezzo utilizzato dagli esseri viventi per il loro divenire biologico. È merito della diversità biologica il continuo miglioramento qualitativo dell'informazione, quindi del grado di *fitness* o successo biologico di un dato tipo genetico al variare delle condizioni ambientali.

Ogni essere vivente possiede una propria individualità genomica che *'funzionalmente'* si evidenzia *'epigeneticamente'*.

I *'canoni etici'* che scaturiscono dalle profonde e articolate riflessioni sulla *'complessità del vivente'* inducono a ipotizzare un *'federalismo biologico'* in grado di riconferire importanza e dignità alla *'biodiversità antica autoctona'* quale componente naturale e integrante di un *'bioterritorio'*. Questo *'federalismo biologico'* configura un nuovo soggetto nel mondo del diritto

per la contestuale presenza di quegli elementi che determinano la rilevanza giuridica di un bene e che consentono di riconoscerne la *'giuridicità'*.

L'utilizzazione zootecnica di un animale ha le sue fondamenta sulla relazione tra *'biologia'* e *'poiesi'*. L'incommensurabile ricchezza della biodiversità costituisce l'*humus* da cui trarre tutte quelle informazioni indispensabili a che una biopoiesi dia un prodotto ricco quanti-qualitativamente di biomolecole in grado di soddisfare le variegata esigenze della persona in chiave *'nutrizionistica'*, *'extranutrizionistica'* e *'salutistica'*. Tali biomolecole svolgono un ruolo sempre più importante e insostituibile per il *'benessere'* fisico, psichico e sociale della persona. Le *'biomolecole'* presenti in un alimento sono caratterizzate da una loro profonda *'peculiarità'* legata fundamentalmente alle caratteristiche proprie di un *'bioterritorio'* ove i tipi genetici autoctoni (TGA) e/o i tipi genetici autoctoni antichi (TGAA) sono inseriti.

L'ottimizzazione delle funzioni dell'animale allevato ai fini produttivi deve scaturire dalla conoscenza dello stesso sotto il profilo genomico, epigenomico (o genomico funzionale), trascrittomico, proteomico, lipidomico, glicomico e metabolomico (figura V) in un determinato contesto microambientale.

La *'irriducibile complessità'* di una cellula o di un essere vivente (a esempio animale allevato) suggerisce una profonda revisione del concetto di *'manifestazione fenotipica'* o *'carattere'* alla luce dei complessi sistemi di *informazione*, di *controllo* e di *retroazione* (biochimica, fisiologica e comportamentale) i quali sono a protezione del codice genetico e della sua variabilità (Matassino *et al.*, 2007).

Si può ritenere che un *'fenotipo'* si realizzi secondo 3 livelli di retroazione positiva e negativa:

- (a) *interazione intra segmenti di DNA codificante 'polipeptide/i' (= geni) (dominanza ed epistasi)*
- (b) *interazione fra proteine, RNA e DNA (feedback trascrizionali e traduzionali)*
- (c) *interazioni fra proteine e altre biomolecole a livello intra e inter cellulare.*

Fattori esogeni ed endogeni influenzano epigeneticamente i suddetti tre livelli di retroazione, per cui si può parlare di un vero e proprio *'epigenotipo'* nel significato proposto da Waddington (1957): *"qualsiasi individuo non sarebbe un semplice mosaico di caratteri controllati da segmenti di DNA codificanti 'polipeptide/i', ma un sistema caratterizzato da mutue interazioni e da equilibri fra forze opposte"*.

Queste brevi semantiche considerazioni sull'*'irriducibile complessità'* della vita di una cellula mettono chiaramente in luce che qualsiasi espressione dei segmenti di DNA è influenzata da interazioni tra *citoplasma* e *nucleo* in determinati contesti microambientali; interazioni che impediscono l'esistenza di una *corrispondenza univoca* fra *'genotipo'* o meglio *'epigenotipo'* e *'fenotipo'*; da quest'ultima considerazione scaturisce un altro concetto importante: lo stesso *'genotipo'* epigeneticamente può esprimere diversi *'fenotipi'*, quindi fenotipi molto simili *possono essere* la manifestazione dell'espressione di *'genotipi'* diversi.

Nell'ottenimento di un *'fenotipo'* grande importanza assume il *'ribotipo'* (Barbieri, 1981) definito quale *'intermediario'* fra il *'genotipo'* e il *'fenotipo'*. Il *'ribotipo'* è stato anche definito l'insieme della sequenza nucleotidica dell'RNA di un individuo (Herbert e Ritch, 1999). Il *'ribotipo'* quale *agente intermediario ed evolutivo cellulare sulla base di codici legati all'RNA*, avrebbe un ruolo centrale nel processo evolutivo o di cambiamento. I differenti *'ribotipi'* sarebbero sottoposti a veri e propri processi di selezione naturale sulla base di fenotipi di *'successo'*.

Il cosiddetto *'mondo a RNA'*, grazie alle sue funzioni *'autocatalitica'* o di *'self splicing'* (ribozima) e *'informativa'*, collaborerebbe naturalmente sia a determinare un incremento della variabilità genetica sia a predeterminare condizioni selettive favorevoli alla *fitness*. Recentemente (Amosova *et al.*, 2006) è stato evidenziato che anche il DNA è in grado di attivare processi di *self splicing* (*'depurinazione autocatalitica'*).

Alla luce di evidenze scientifiche in continua acquisizione il DNA viene ritenuto un *genoma 'virtuale'* nel senso che esso non specificherebbe *direttamente* il *'fenotipo'*, ma solo il *'possibile'* fenotipo quale risultato di effetti epigenetici, avvalendosi degli RNA (Sarà, 2002).

L'epigenesi è un termine ispirato da Aristotele (fine 400 a.C.), ripreso da Galeno (129÷200 d.C.), sostenuto da R. Descartes (fine 1500÷metà 1600), da W. Harvey (1651) e da F. Wolff (1759) e fatto proprio da C.H. Waddington (1942) e da A.P. Wolffe (1999). Le recenti acquisizioni scientifiche evidenziano in modo sempre più incontrovertibile l'importanza dell'epigenetica che, in senso lato può essere considerata come *"modificazioni temporanee o permanenti dell'attività dei segmenti di DNA codificanti 'polipeptide/i' dovute all'effetto dei fattori ambientali"* (Matassino, 1999). *Sensu strictiori*, l'epigenetica è stata definita da Wolffe e Matzke (1999) *"cambiamenti ereditari nell'espressione del DNA senza il verificarsi di un cambiamento della sua sequenza"*. Tra i fenomeni epigenetici più rilevanti si ricordano: *epimutazione, paramutazione, polifenismo, impronta 'genitoriale'*.

È acclarato che il *'sistema epigenetico'* regola l'espressione dei segmenti di DNA nella fase sia *pre-trascrizionale* che *post-trascrizionale*; pertanto, esso gioca un ruolo naturale nel *'dialogo molecolare'*. L'epigenetica, secondo Sarà (2002), può essere definita *'una omnicomprensiva collaborazione fra genotipo e fenotipo'*.

Questa collaborazione ha nella *cronogenetica* un attore importante. Gedda e Brenci (1973) hanno ampiamente dimostrato come il *'tempo ereditario originale'*, trasmesso da una generazione all'altra, sia soggetto a variabilità.

La cronogenetica interessa entità endogene e si esprime come *'tempo-durata'* mentre, la *cronobiologia* (F. Halberg, 1960) coinvolge relazioni fra *'tempo fisico'* e *'tempo biologico'* e si esprime come *'tempo reattivo'*. Si può ritenere che la cronogenetica svolga un ruolo non secondario nel comportamento *'temporale'* sotto l'aspetto sia qualitativo che quantitativo di ogni segmento di DNA codificante. Pertanto, questo segmento possiede anche una *'quarta dimensione'* che caratterizza la *'durata'* della sua informazione e che entra in gioco nell'influenzare l'entità qualitativa della *genetica formale*.

La *'individualità biologica'* non può identificarsi solo con la qualità e la quantità dell'informazione di un segmento di DNA codificante *'polipeptide/i'* e *'non'*, ma deve tener conto anche della *'sua temporalità'*; temporalità che è funzione della cosiddetta *'stabilità'* di un segmento di DNA definita *'ergon'*.

Un segmento di DNA va studiato e conosciuto nei suoi effetti informativi, fortemente connessi tra di loro, che interessano vari momenti della sua espressione: *qualità, quantità, stabilità (ergon) e durata (chronon)* dell'informazione; specialmente il rapporto *'ergon-chronon'* è fondamentale per il funzionamento di qualsiasi *entità biologica* inserita in un determinato microambiente. In tale contesto si inserisce pienamente il concetto di *'isocronismo familiare'* (Bettini, 1977): un'unità ereditaria *'responsabile'* ha in sé una *'misura temporale dell'informazione'* in termini sia di sua *'attività'* che di sua *'estinzione'*.

La cronogenetica si evidenzia ai diversi livelli di organizzazione di un sistema biotico: *submolecolare, molecolare, ultrastrutturale, cellulare, tissutale, organico, organistico, biocenotico, ecosistemico*.

Certamente, la comprensione dei *'meccanismi molecolari'* che regolano l'espressione del DNA al variare del microambiente in cui questo DNA opera, al pari di altri eventi genetici (dominanza, epistasi, pleiotropia, ecc.), presenta ancora tanti lati *'oscuri'*. Conseguentemente, una forte *'integrazione'* tra la *'genetica formale'* e la *'genetica molecolare'* si rende sempre più *non dilazionabile* per una migliore conoscenza della *'plasticità fenotipica'* e per una utilizzazione di questa conoscenza nel trasferimento operativo.

Probabilmente solo un approccio ‘omico’¹ potrà contribuire alla comprensione degli innumerevoli meccanismi utilizzati dal ‘genotipo’ per costruire *epigeneticamente* il ‘fenotipo’. Uno ‘stato epigenetico’ può essere trasmesso ai discendenti anche se con ereditarietà diversa da quella mendeliana. La figura IV riporta una esemplificazione didascalica del passaggio da ‘genoma strutturale’ a ‘fenotipo’.

L’arsenale molecolare utilizzabile per il benessere della persona è fortemente dipendente dalla versatilità genetica dei tipi genetici animali (e vegetali) allevati a scopo zootecnico (o produttivo). Elevando questo arsenale aumenta la ‘dote’ per raggiungere ‘*traguardi biopoietici innovativi e utili*’ al miglioramento *salutistico* del consumatore che deve essere considerato alla stregua di un ‘*co-produttore*’. Alcune tappe fondamentali per una rivalutazione della *biodiversità* sono:

- (a) identificazione e conoscenza della risorsa genetica
- (b) tutela e monitoraggio dei TGA e/o dei TGAA a rischio di estinzione
- (c) valorizzazione produttiva ai fini del miglioramento del benessere della persona
- (d) realizzazione dei sistemi di allevamento soddisfacenti il benessere dell’animale
- (e) educazione della popolazione umana al mantenimento della biodiversità.

La tutela della risorsa genetica di un ‘*bioterritorio*’ è un imperativo anche etico per raggiungere numerosi traguardi utili sia alla persona sia all’animale sia allo sviluppo sostenibile di più aree del pianeta terra, ove più cogenti sono i problemi di vera e propria sopravvivenza delle popolazioni umane.

Recuperando la risorsa genetica autoctona, si conferisce un forte impulso a rivalutare il suo grande e insostituibile contributo a fornire alimenti di qualità ‘*differenziale*’, grazie alla sua capacità di vero e proprio ‘*traduttore*’ di ‘*biomolecole*’ utili; biomolecole che possono svolgere il ruolo di ‘*biomarcatori molecolari strategici*’.

Il ‘*valore differenziale*’ di una biopoiesi comporta ‘*vantaggi competitivi*’ legati a vari aspetti: ‘*epinutrigenomico*’, ‘*extranutrizionistico*’, ‘*salutistico*’, recupero delle tradizioni (produttive e culturali) di un ‘*bioterritorio*’. In altre parole esso rende possibile una conoscenza dinamica dei fenomeni interessati alla ‘*scienza nutrizionale*’ intesa in chiave sia ‘*strutturale*’ (*nutrigenetica*) che ‘*funzionale*’ (*nutriepigenomica*).

L’utilizzazione produttiva della risorsa genetica autoctona permette a un ‘*bioterritorio*’ di riappropriarsi di un prodotto tradizionale da tipizzare e da etichettare (PTTE) favorendo la sostenibilità di questo ‘*bioterritorio*’.

L’efficienza dell’uso delle *risorse genetiche* come *fattore di produzione* sarà sempre più una variabile importante se non determinante della *competizione* o *integrazione economica* fra i sistemi produttivi bioterritoriali.

Un TGA o TGAA deve essere considerato un vero e proprio ‘*bene culturale*’ in quanto esso costituisce un patrimonio dallo straordinario valore di documentazione storica e biologica; pertanto, la collettività umana ha il dovere di tramandare alle generazioni future questo patrimonio di inestimabile valore socio-economico-storico-biologico-evoluzionistico.

L’animale, specialmente se è un TGA o un TGAA, ha il diritto sia alla sua esistenza sia alla conservazione dell’integrità del suo genoma che epigeneticamente si esprime nel fenotipo, in quanto qualsiasi riduzione della variabilità genetica si rivela una perdita pericolosa specialmente per un determinato ‘*bioterritorio*’.

La identificazione, la certificazione, la convalidazione e l’etichettatura sono problematiche sempre più all’attenzione del dibattito ‘*politico-giuridico-salutistico*’. Queste problematiche probabilmente possono essere risolte con l’ausilio degli ‘*Health Claims*’.

¹ ‘omica’: suffisso derivato dal greco ‘όμοσ’ nel significato di: ‘*il tutto*’, ‘*l’insieme*’; esso indica l’approccio analitico che tende a studiare le macromolecole non più ‘*singolarmente*’ ma in modo ‘*olistico*’, *quali componenti* di una complessa ‘*rete biologica*’.

Gli *'Health Claims'*, sinteticamente, sono sia *'indicatori nutrizionali'* che *'indicatori salutistici'*; come indicatori *'nutrizionali'* (o *'etichettatura nutrizionale'*) essi forniscono suggerimenti sulle proprietà *'nutrizionali'* di un alimento attraverso indicazioni atte a evidenziare la presenza di componenti *'positivi'* (vitamine, minerali, amminoacidi, acidi grassi monoinsaturi o polinsaturi, ecc.) o l'assenza (o il ridotto contenuto) di componenti *'negativi'* (zuccheri, sodio, acidi grassi *trans*, ecc.) (schema I); come indicatori sulla *'salute'* essi suggeriscono al consumatore informazioni sui benefici per la salute a seguito della ingestione di un alimento. La normativa relativa, approvata con il regolamento (CE) 1924/2006, entrerà in vigore a decorrere dal 1.VII.2007. L'armonizzazione della normativa intende precludere, tra l'altro, all'importante obiettivo di favorire un'alimentazione più consapevole, ispirata alle moderne indicazioni nutrizionali e aperta ai suggerimenti del mondo scientifico in materia di prevenzione di malattie croniche e degenerative. Il Regolamento sancisce le condizioni per un utilizzo appropriato di *'indicazioni nutrizionali'* e *'salutari'*. Questioni ancora aperte nella fase applicativa interessano l'art. 4 concernente la definizione dei *'profili nutrizionali'* per prodotto e per categorie di prodotti affinché un determinato alimento possa recare indicazioni *'nutrizionali'* e/o *'salutistiche'*. Tali profili saranno stabiliti in funzione di:

- (a) contenuto in componenti chimici *'negativi'* (acidi grassi saturi e *trans*, zuccheri, sodio, ecc.)
- (b) ruolo, importanza e contributo dell'alimento o delle categorie di alimenti nel regime alimentare della popolazione o, se del caso, di gruppi di individui a rischio
- (c) composizione *'nutrizionale'* globale dell'alimento e presenza di *'biomolecole'* il cui effetto sulla salute sia stato scientificamente riconosciuto.

Conclusioni

1. Il futuro ruolo delle produzioni agrarie e zootecniche sarà sempre più condizionato da:
 - (a) tutela delle risorse naturali di un *'bioterritorio'* con particolare riguardo alla risorsa genetica
 - (b) conoscenza delle tradizioni locali
 - (c) consumo di alimenti tradizionali tipizzati etichettati.
2. La soluzione delle problematiche di cui al punto precedente non potrà che essere differente in funzione delle diversità *'culturale'* e *'biologica'* presente in un *'bioterritorio'* o *'bioregione'*.
3. L'innovazione virtuosa avrà le sue fondamenta semantiche su processi diversificati, i meno omologanti, i più legati alla realizzazione di uno sviluppo sostenibile basato sulla tutela della biodiversità e sulla utilizzazione della differente risorsa genetica per ottenere alimenti di elevato valore *'nutrizionale'*, *'extranutrizionale'* e *'salutistico'* al fine di raggiungere dinamici traguardi di benessere della persona.
4. Ogni essere vivente, escluso l'animale *'uomo'* ha in sé due finalità: *teleonomicamente* è finalizzato ad avere forma, funzione e struttura variabili nel tempo e nello spazio entro determinati vincoli; *teleologicamente* esplica determinate funzioni biologiche finalizzate alla sua conservazione spaziale e temporale.
5. Un sistema biologico va considerato sempre in *chiave sistemica* nel senso di mutue relazioni funzionali fra i componenti, le quali si possono identificare con un vero e proprio comportamento di tipo *'cibernetico'*.
6. Non bisogna dimenticare che E. Haeckel (1866) ha tenuto conto dell'impostazione sistemica nel coniare il termine *'ecologia'*: *"lo studio dei rapporti complessi fra organismi o gruppi di organismi e il loro ambiente naturale, organico, fisico e inorganico, specialmente per quanto concerne i rapporti 'affabili' o 'avversi'"*.

7. L'etica produttiva deve convergere in un unico sistema: le scuole di ogni ordine e grado, le accademie, gli organismi scientifici (specialmente quelli presenti nel '*bioterritorio*'), gli enti istituzionali e non, l'imprenditoria, il consumatore e i medici.
8. Parafrasando S. Agostino, si può a buon diritto affermare che la nostra mente, che è limitata, non potrà comprendere integralmente tutte le informazioni presenti in una '*scatola nera*' identificabile con una cellula che è da considerare un'entità infinita caratterizzata da una '*irriducibile complessità*'.
9. Mi piace riportare quanto affermato da Platone (Leggi, libro X, 103c) "*Ogni vita sorge per il tutto e per la felice condizione dell'universale armonia*", nonché concludere con la seguente asserzione riportata da Science (2001): "*La vita è un miracolo..... in attesa di essere scoperta*".

Opere citate

AMOSOVA, O., COULTER, R. and FRESCO, J.R. (2006). Self-catalyzed site-specific depurination of guanine residues within gene sequences. **PNAS**, **103** (12), 4392-4397.

BARBIERI, M. (1981). The ribotype theory on the origin of life. **J. Theor. Biol.**, **91**, 545-601.

BETTINI, T.M. (1972). Concezioni moderne sulla validità dei cosiddetti gruppi etnici, anche ai fini dello sviluppo zootecnico. *In*: 'Riproduzione animale e fecondazione artificiale', **Edagricole**, Bologna, 23-44.

BETTINI, T.M. (1977). Citato da Matassino, D. (1978).

GEDDA, L. e BRENCI, G. (1973). Cronogenetica, l'eredità del tempo biologico. **Mondadori EST**, Milano.

GOULD, S. J. (1989). A developmental constraint in *Cerion*, with comments on the definition and interpretation of constraint in evolution. **Evolution**, **43**, 516-539.

HERBERT, A. and RICH, A. (1999). RNA processing and the evolution of eukaryotes. **Nat. Genet.**, **21**, 265-269.

LEWONTIN, R.C. (1993). Biologia come ideologia. **Ed. Bollati Boringhieri**, Torino.

LEWONTIN, R.C. (2004). Il sogno del genoma umano e le altre illusioni della scienza. Ed. **Laterza**, Bari - Roma.

MATASSINO, D. (1978). Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica. **Eserc. Accad. Agr. di Pesaro, Serie III, 9**, 33-98.

MATASSINO, D. (1984). Problematiche del miglioramento genetico nei bovini. **Atti XIX Simp. Int. di Zootecnia 'Nuove frontiere della selezione per gli animali in produzione zootecnica'**. Milano, 15 aprile 1984, 11-19.

MATASSINO, D. (1989). Biotecniche innovative delle produzioni animali. **Convegno CNR-Ente Fiera del Levante, Sessione Biotecnologie, mimeografato**.

MATASSINO, D. (1992). Impariamo dalla natura. **Atti Conv. 'Progetto Ambiente'**. Colle Sannita (BN), 14÷15 febbraio. **L'Allevatore**, **48** (17), 18-19.

MATASSINO, D. (1999). La clonazione ha un futuro in zootecnia?. **Atti Conf. Società Agraria di Lombardia**, Milano, 5 dicembre 1997. **Bollettino dell'Agricoltura**, **138**, III Serie (3/4), 11-102.

MATASSINO, D. (2004). Ambiente e biodiversità. **Atti Conferenza annuale International Court of the Environment Foundation (ICEF) - Accademia dei Lincei: 'Le nuove tecnologie a protezione dell'ambiente'**, Roma 1 luglio 2004. **ARS**, **101**, 6-13, 2005. **Linea Ecologica**, **37** (1), 46-54, 2005.

MATASSINO, D. (2005). Cenni strategici di attività zootecniche. **Atti Accademia Nazionale di Agricoltura**, 209, 2005. Biodiversità e specificità territoriale. **Atti Seminario 'Qualità e tracciabilità agroalimentare'**, San Bartolomeo in Galdo (BN), 17 marzo 2005, in Pagliarino E. e Cannata G. (Eds.) 'Quaderni – Orientamento e Occupazione nei territori rurali', **3**, Ed. **Pacini**, Pisa, 9-60, 2005. Elementi di nuove strategie per l'attività zootecnica, **ARS**, **102**, 9-17, 2005.

MATASSINO, D., INCORONATO, C., INGLESE, F., OCCIDENTE, M. e VARRICCHIO, G. (2006). Biomolecole con valenza nutrizionale nei prodotti di origine animale. **Atti Conv. 'L'oncologia nel segno dell'umanizzazione: le nuove prospettive della cura grazie ai benefici della natura, l'officina della nostra salute'**, Benevento, 18 novembre 2005. **ARS**, **108**, 42-49 (*I parte*); **109**, 52-59 (*II parte*).

MATASSINO, D., BARONE, C.M.A., DI LUCCIA, A., INCORONATO, C., INGLESE, F., MARLETTA, D., OCCIDENTE, M. e RONCADA, P. (2007). Genomica e proteomica funzionali. **Atti Convegno "Acquisizioni della Genetica e prospettive della selezione animale"**, promosso da: **Accademia dei Georgofili, Associazione Scientifica di Produzione Animale (ASPA), Associazione Italiana Allevatori (AIA)**, Firenze, 27 gennaio 2006. **I Georgofili - I Quaderni 'Acquisizioni della Genetica e prospettive della selezione animale'**. Studio Editoriale Fiorentino, Firenze, 201-354.

NEEDHAM, S. (1936). Order and life. **Yale Univ. Press**, New Haven, Conn.

SARA', M. (2002). L'integrazione di genotipo e fenotipo alle soglie del 2000. **Systema naturae**, **4**, 181-208.

SARA', M. (2005). L'evoluzione costruttiva. Ed. **UTET**, Torino.

WADDINGTON, C.H. (1942). Canalization of development and the inheritance of acquired characters. **Nature**, **150**, 563-565.

WADDINGTON, C.H. (1957). The strategy of the genes. **Allen & Unwin**, London.

WADDINGTON, C.H. (1975). The evolution of an evolutionist. **Edinburgh Univ. Press**, Edinburgh.

WEISMANN, A. (1883). *Über das Problem der Vererbung.*, **Gustav Fisher**, Jena.

WEISMANN, A. (1885). Die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung, **Gustav Fisher**, Jena.

WOLFFE, A. P. and MATZKE, M.A. (1999). Epigenetics: regulation through repression. **Science**, **286**, 481-486.

