

# Una visione poetica della scienza

di *Matteo Allegretti*

post-dottorando al Laboratorio europeo di biologia molecolare, EMBL Heidelberg

## **Sommario**

Questo breve saggio autobiografico narra del mio incontro con la filosofia sistemica balzellando un po' tra poesia e scienza. È un breve excursus che parte dai miei anni di liceo fino ad oggi ripercorrendo alcune tappe concettuali che hanno portato a delle scelte di carriera e quindi di vita.

## **Parole chiave**

Autobiografia, poesia, sistemi complessi, PL Luisi, JW Goethe, visualizzare per modellizzare, divulgazione.

## **Summary**

This small autobiographic essay tells about my encounter with systemic philosophy jumping a bit between poetry and science. It is a short digression that starts from my high-school years until today following some conceptual landmarks that brought about some working and therefore life choices.

## **Keywords**

Autobiography, poetry, complex systems, PL Luisi, JW Goethe, imaging, science popularization.

C'era una volta uno studente... la mia mente si proietta nel passato dei ricordi cercando di dare un'impalcatura logica a qualcosa che è accaduto coerentemente solo nel racconto (Boria, 2012). Narrarsi non è facile, per questo motivo ricorrerò in questo breve passo alla poesia come intermezzo al filo di Arianna del mio passato...in fondo ho sempre seguito il mio istinto, il mio fine interno, l'espressione di me stesso... Ecco che questa testimonianza seguirà proprio il flusso dei miei dilemmi integrati con le mie scelte di vita.

Ma partiamo con la poesia che è stato il mio mezzo privilegiato per ricordarmi del mistero, di quelle esperienze che ancora o forse mai avranno una spiegazione scientifica rigorosa...l'incertezza alla fin fine sappiamo essere una costante della realtà con cui dobbiamo sopravvivere ogni giorno ed è per questo che... *forse una breve poesia rivela più di mille parole.*

Torno agli anni di liceo. La mia memoria richiama alla mente la volontà intraprendente ed arrogante di controllare ogni situazione e direzionarla a mio favore. Eppure il tentar ciò falliva nella maggior parte dei casi. La realtà sembrava più complessa di quanto descritto sui libri di matematica e fisica dove il tutto era riducibile a leggi chiare ed intransigenti. Ecco il primo paradosso che mi accompagnava quotidianamente: talvolta la disciplina funziona, specialmente in sistemi molto semplici, ma in situazioni complesse falliva. Conseguentemente le domande esistenziali che sorgevano: posso alla fin fine semplificare il tutto a leggi inflessibili? Posso usare il *rasoio di Occam* sempre e comunque?

Ma quando scaturì in me il bisogno di poesia? La poesia mi permise di rammentare che la verità assoluta è difficile da afferrare, che invece la realtà ci sorprende, è variegata. Rievoco Leopardi, una delle passioni al liceo che affermava che nella poesia come nell'arte la creatività si dispiega. La poesia per Leopardi ci solleva dalla pura razionalità che ci fa comprendere la nullità e la caducità dell'esistenza (Severino E., 2012). La poesia è quindi per me come musica e libertà, mi permette di condividere parte della mia umanità e non delle mie conoscenze teoriche. C'è chi leggendola si sente smarrito o si sente immerso completamente. È un'espressione che talvolta perturba il lettore senza alcuna finalità... *semplicemente armonia... o cara poesia.*

Nel bel film "la tigre e la neve" l'autore e attore Roberto Benigni (2005) nella veste del protagonista recita un pezzo indimenticabile dove afferma:

*Su su... svelti eh, svelti, veloci... Piano, con calma. Non v'affrettate, eh. Poi non scrivete subito poesie d'amore, eh! Che sono le più difficili aspettate almeno un'ottantina d'anni eh... Scrivetele su un altro argomento, che ne so su... su... il mare, il vento, un termosifone, un tram in ritardo, ecco, che non esiste una cosa più poetica di un'altra, eh? Avete capito? La poesia non è fuori, è dentro! Cos'è la poesia? Non chiedermelo più, guardati nello specchio: la poesia sei tu! E vestitele bene le poesie! Cercate bene le parole! Dovete sceglierle! A volte ci vogliono 8 mesi per trovare una parola! Sceglietele, che la bellezza è cominciata quando qualcuno ha cominciato a scegliere! [...] Innamoratevi! Se non vi innamorate è tutto morto! Morto, tutto è... Vi dovete innamorare e diventa tutto vivo, si muove tutto, dilapidate la gioia! Sperperate l'allegria! Siate tristi e taciturni con esuberanza! Fate soffiare in faccia alla gente la felicità! E come si fa? Fammi vedere gli appunti che mi son scordato! Questo è quello che dovete fare! Non son riuscito a leggerli! Per trasmettere la felicità bisogna essere felici. E per trasmettere il dolore bisogna essere felici. Siate felici! Dovete patire, stare male, soffrire, non abbiate paura a soffrire, tutto il mondo soffre! Eh? E se non avete i mezzi non vi preoccupate, tanto per fare poesia una sola cosa è necessaria: tutto! Avete capito? [...] E se il pezzo non vi viene da questa posizione, da questa, da così, be'... buttatevi in terra! Mettetevi così! Eccolo qua... Oh! È da distesi che si vede il cielo! Guarda che bellezza, perché non mi ci sono*

*messo prima!? Cosa guardate? I poeti non guardano, vedono! Fatevi obbedire dalle parole! [...] Questa è la bellezza! Come quei versi là, che voglio che rimangano scritti lì per sempre! ...Forza cancellate tutto, che dobbiamo cominciare. La lezione è finita.*

R. Benigni

Ma ritorniamo al liceo dove apprezzavo parecchie discipline: filosofia, biologia, fisica, matematica...come però scegliere e perché dover fare una unica scelta per il futuro? Quando discipline e concetti si raccolgono tutte di fronte ad uno stesso tavolo ecco che si immagina l'unità della cultura, i cosiddetti "giochi di perle" del maestro Herman Hesse (Hesse H., 1943). Il mio trasporto per Hesse, per il suo umanesimo e la sua capacità di trasmettere con una scrittura elegantissima i sentimenti e l'essenza dell'umano sentire entrando in sintonia con me (e milioni di persone), è straordinaria. Nelle sue pagine esistenzialiste di ricerca del senso della vita risplende la bellezza della natura in tutte le sue manifestazioni, e dell'uomo che ne trae vigore e allo stesso tempo ne gode dell'incanto. Questa meraviglia che lui descrive permaneva in me insieme alla gratitudine ed il rispetto. La gioia della lettura, la gioia della semplicità.

Venendo ai fatti, la mia decisione finale universitaria di studiare biologia è stata una via di mezzo, sì solo una via di mezzo tra la severità della matematica e la complessità della natura umana e non. L'educazione italiana penso sia molto particolare con moltissime materie portate avanti fino alla maturità. Ciò permette di imparare il sacrificio e di avere una cultura generale non indifferente. Frutto forse della tradizione classica e *Leonardiana*, ma con alcuni effetti collaterali per chi si avvicina al competitivo mondo del lavoro.

All'università invece tutto si frantuma in minuscoli pezzettini (Allegretti M., 2015), ma fortunatamente e casualmente proprio qui è avvenuto per me l'incontro con la visione sistemica.

Nel terzo anno di biologia l'unico corso dove si metteva in evidenza l'importanza dell'approccio sistemico e dell'interdipendenza tra gli esseri viventi e non, era il corso di ecologia. I corsi di biologia molecolare e biologia cellulare avevano un approccio più analitico di separazione creando nella mia mente un po' di confusione. Come era possibile che saltando dal livello delle molecole a quello di cellule, tessuti, organi, esseri viventi nell'ambiente in cui vivono, si dovevano cambiare le regole del gioco ed il paradigma di pensiero?

*Complessifichiamo... per natura*

*Imprevedibile evolversi, contorcersi di situazioni,  
è una rete neuronale di sensazioni;  
uno sciame di uccelli come un deltaplano in volo,  
la catastrofe è imminente, ma "Dominus" sa quando solo.*

*La borsa oscilla perennemente,  
una formica da sola appare incosciente;  
se l'ordine partorisce da una biforcazione,  
allora l'amore sarà questione di auto-organizzazione?*

*Il potente detta legge come un ricattatore,  
l'emergente sale i livelli da buon scalatore,  
quando la mente varca la soglia dell'auto-coscienza,  
ecco...allora direi inchiniamoci alla sua umana stupidità.*

*Matteo*

Ma esisteva un corso opzionale nella laurea magistrale e l'unico tenuto in inglese...era organizzato dal prof. Pier Luigi Luisi. Ebbene...questo corso non era convenzionale, era fuori dagli schemi...Tramite esso mi divenne chiaro come il pensiero sistemico possa essere impiegato sin dal riconoscimento reciproco di piccole molecole o persino da semplici reazioni chimiche. Da quel momento imparai rapidamente a tenere sempre una doppia lente o prospettiva di osservatore, una riduzionista analitica e una sistemica globale. Quest'ultima è spesso negletta dalle correnti principali accademiche, ma sta recentemente prendendo piede... *La cellula è un ecosistema con le sue regole ed i suoi equilibri esattamente come un lago.*

La scoperta dell'epistemologia sistemica fu perciò un bellissimo regalo. Una perfetta cornice teorica per narrare come l'accoppiamento strutturale di semplici molecole perpetrato per milioni di anni di coevoluzione dialogica possa aver portato alle specie come le osserviamo oggi (Maturana H., 1992). E questa visione o filosofia naturalmente sta forgiando la mia carriera di scienziato, con lo studio di molecole in isolamento *ex situ*, o all'interno del sistema cellula *in situ* e tentando di inserire l'ambiente a contorno. In che modo la cellula reagisce a perturbazioni, cambiamenti interni ed esterni? L'emergenza dell'organizzazione cellulare è molto difficile da spiegare, ma la passione per la ricerca guida me e migliaia di ragazzi a *mappare* pezzetto dopo pezzetto questa carta geografica di un micro-mondo infinito.

*Dialogo bizzarro*

*"Mia cara realtà,  
non ti nascondo che tu  
ti celi sempre dietro la tua complessità,  
puff perbacco!!"*

“Oh no, ciò che dici non risponde al vero,  
mio buon uman esser,  
ogni istante infatti io mi schiudo e mi spoglio  
a voi, creature mie,  
manifestandomi nella mia più  
limpida pazzia;”

*“è qui il punto mammina mia,  
ogni sfaccettatura, ogni chicchessia,  
rivelano la tua camaleontica, perversa,  
ma amorevole magia”*

“Figlio e amico mio, le tue parole stonano perché  
quel che mi rende in certi casi così illogica e misteriosa  
è molto più semplice di quanto  
tu possa pensare a iosa:  
è l’emergere di tanto essere e non  
dalla fittissima maglia di interrelazioni  
di ogni singolo elemento chissà con...  
mi rammarico credimi della stupefacente povertà  
dell’uman favella  
rispetto alla mia spontanea immensità.”

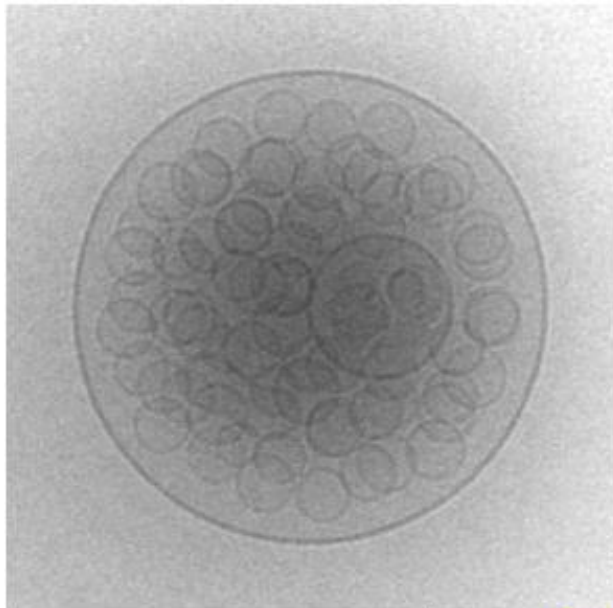
*“Sì, comprendo,  
ma la mia “ulissica” sete  
mi spinge a dimandarti  
non senza timore, per amor di Dio,  
quale sia la tua essenza ultima  
oh madrigna mia”*

“Figliuol mio,  
ti amo anche per questa tua ambizione estrema  
e ti voglio rivelare che  
la tua mirabile mente  
così dotata e limitata contemporaneamente,  
è in grado di afferrare tutta,  
ma proprio tutta quella parziale verità  
sulla mia irriducibile, indescrivibile,  
ma con te alquanto generosa  
anima.”

(Matteo, prefazione modificata alla tesi in Scienze biologiche, 2010)

Nel corso di Pier Luigi, interdisciplinare tra biologia e fisica, i concetti primi della complessità vennero fuori. Tra le cose interessanti accadute durante quegli anni, fu che nella tesi magistrale sotto la supervisione di Pasquale Stano con tema *modelli cellulari per spiegare l'origine della vita sulla Terra*, mi sono trovato faccia a faccia con un sistema semplice di proteine e lipidi che seguiva le leggi di potenza di un sistema complesso (in italiano divulgato in Allegretti, 2013).

Seguendo il corso di Pierluigi Luisi mi sono imbattuto in una scuola estiva transdisciplinare tra scienza e umanesimo, la cosiddetta “settimana di Cortona”. Da quest’incontro, una serie di letture e spunti iniziarono ad accendere le mie serate e, seguendo le tracce sistemiche, si scaturì l'incrocio non casuale a Roma con una serie di personalità che accomunavano questo interesse come Valerio Eletti e Sergio Boria con i quali è nato un gran rapporto di amicizia e stima reciproca.



**Pattern random di auto-organizzazione di lipidi in soluzione acquosa (diametro della vescicola grande:  $2 \cdot 10^{-7}$  m)**

Ma facciamo un passo indietro e torniamo alla mia tesi magistrale con Luisi tra Roma e l'estero grazie alla quale sono venuto a conoscenza di alcune tecniche per realizzare *immagini* come questa qui sopra ed innamorarmene. In fondo la possibilità di visualizzare il dispiegarsi della natura del microcosmo nella sua bellezza è per me come un sostituto dell'arte e la storia dell'*Homo sapiens* ha sempre avuto nella vista uno dei sensi fondamentali per conoscere ed esplorare, in altre parole per modellare la realtà attraverso la percezione.

*Osservo e mi stupisco*

*La gioia che mi dà il vedere è come musica per le mie orecchie.*

*Talvolta vedo bellezza, talvolta bruttezza. Ma sono là fuori o dentro di me?*

*... Mi chiedo poi se il mio cane vede la stessa armonia di forme.*

*Vado alla ricerca del bello.*

*Non so... ma mi fa sentire bene.*

*Matteo*

La visualizzazione è quindi anche nel cuore di molte indagini scientifiche ed è fondamentale in medicina naturalmente. Le immagini possono fornire informazioni evidenti senza bisogno di matematicizzare e l'osservazione non presuppone il disassemblaggio dei componenti.

Johann Wolfgang von Goethe (poeta, 1749-1832) di Francoforte, città che per coincidenza mi son trovato a vivere per circa 6 anni, era così interessato a visualizzare la natura che studiò il colore per anni e fondò una scuola per le arti grafiche. Palesemente per lui però la visualizzazione non era abbastanza senza la partecipazione dell'osservatore, dei suoi sentimenti, della sua intuizione, immaginazione ed ispirazione che dovevano influenzare le conclusioni dell'esperimento arricchendolo di soggettività (Goethe J.W., 1810). Un approccio che ha reso la sua teoria amata da filosofi (Wittgenstein, Hegel, Steiner) e artisti (Turner, Kandinskij, Klee, van Gogh, Gauguin) e non dagli scienziati poiché opposto alla cartesiana separazione di soggetto ed oggetto a cui Goethe d'altronde si opponeva fortemente vedendola come un puro impoverimento delle conoscenze scientifiche. Per Goethe l'esperimento ci rivelava informazioni non solo circa il fenomeno naturale, ma anche sull'esperimentatore stesso grazie a questa intima interazione dove la vista umana aveva un ruolo attivo e non passivo. In ambito filosofico, del resto, era stato lo straordinario Immanuel Kant (1724-1804) che aveva sottolineato che la realtà conosciuta dall'essere umano empiricamente è modellata secondo le forme a priori attraverso cui viene percepita (Kant E., 1781).

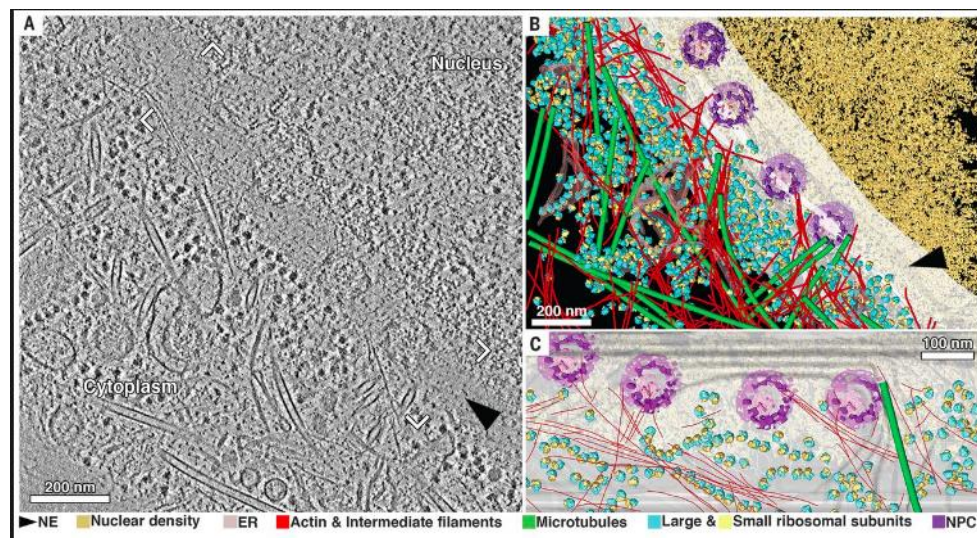
Solo dagli anni settanta alcuni scienziati hanno iniziato ad interessarsi a questo approccio più umanistico-olistico agli esperimenti ispirato da Goethe dove la natura viene ad essere o emerge solo tramite l'atto della cognizione umana, una visione quindi sistemica di interdipendenza e costruttivista.

Ma allontaniamoci dall'umanesimo estremo di Goethe e rimaniamo osservatori neutrali seguendo il convenzionale metodo scientifico. Qui la descrizione della realtà attraverso immagini dona la possibilità di ricavare informazioni per la descrizione del mondo che ci circonda senza avere modelli preconcepiti, ecco quindi che l'investigazione diviene diversa

dall'approccio classico per lo più in fisica dove si concepisce dapprima un modello matematico e poi si interroga la natura se questo sia efficace o no.

Gli attori inconsapevoli all'interno della cellula vengono ripresi sotto l'occhio del regista e si può cercare attraverso una serie di istantanee, di descrivere singoli elementi e le loro interazioni nel tempo e nello spazio, includendo perturbazioni dovute all'influenza dell'ambiente o simbiosi interne alla cellula, infezioni etc. Naturalmente se l'osservazione è riproducibile da molteplici occhi umani, ecco che questa diventa informazione utile e pertinente sulla realtà.

*Ecco che una finestra si apre e all'orizzonte speriamo ci sia il sole.*



**La periferia di una cellula umana mostra l'organizzazione delle macromolecole in un ambiente gremito** (Mahamid J., 2016).

Quindi la ricerca scientifica di base ed applicata stanno sviluppando strumenti che espandono i nostri sensi e ad esempio ci consentono di entrare come con una lente di ingrandimento all'interno della cellula, osservare relazioni dinamiche in uno spazio affollato e scoprire alcuni *pattern* di organizzazione molecolare i quali possono donarci il livello emergente cellulare, complementare alle investigazioni di molecole singole. In un futuro prossimo vedo la sinergia costruttiva tra studi sistemici e studi classici di separazione dal contesto divenire sempre più lampante e la modellizzazione della realtà più esaustiva ed efficace. Finalmente riusciremo a catturare immagini di alcuni degli accoppiamenti strutturali ricorrenti che hanno permesso la storia della vita cellulare? (Maturana H., 1992).

L'osservare l'intimo di una cellula utilizzando una prospettiva globale consente di focalizzare l'attenzione anche su interazioni, intrecci, inter-dipendenze e questo permette di risvegliare dentro di me, anche all'interno di uno spazio chiuso e ristretto come il laboratorio, una sensibilità etica di attenzione alle relazioni ed un rinnovato legame per la



natura non solo micro, ma anche macro-cosmica che è essenzialmente frutto di rapporti di dipendenza a livelli multipli: basti pensare ai cicli biogeochimici che permettono alla biosfera di sopravvivere.

*Talvolta la montagna mi chiama, mi cerca.  
Cerco anche io il contatto...vigorosamente.*

*Sintomi di astinenza sopravvengono senza una passeggiata nel verde...  
la natura mi manca... come mi manca la mia povera madre.*

*Matteo*

Ritorniamo brevemente alla mia storia personale per affermare che la scelta di fare ricerca all'estero è stata fortemente voluta. Nei laboratori di paesi come Germania, Svizzera e molti altri sono presenti spesso ragazzi provenienti da ogni angolo del pianeta che lavorano insieme al di là delle differenze inter-culturali. Questa situazione è rarissima in Italia nell'ambito della ricerca biomedica. La provincialità del sistema italiano è venuta ai miei occhi dopo aver conosciuto ambienti come il politecnico di Zurigo o il Max Planck all'interno dei quali tutte le culture giocano sotto un'unica bandiera, con il solo scopo di produrre conoscenze sulla natura che ci circonda. Alla fin fine l'esperienza di emigrare e di rimanere fuori dalla propria patria è stata e tutt'ora è la più ricca ed avventurosa della mia vita. Questo non significa che l'estero sia il paradiso e non si debba lottare ogni giorno sul luogo di lavoro, anzi... .. ma l'indipendenza, lo scontro / incontro con una cultura diversa, un cibo diverso, una lingua, la storia di un paese che non è il mio; iniziare ad apprezzarla, a comprenderla, a sentire la vergogna di un popolo che ancora sopporta il peso della storia sebbene si sia ripreso incredibilmente... .. La tradizione filosofia e scientifica della Germania naturalmente parla da sé ed alcune figure, l'attrazione per esse, la sintonia per esse, mi hanno portato per ora a rimanere. E senz'altro un'altra motivazione viene dalla possibilità di lavorare in un ambiente con lo scopo di creare conoscenze di base, disinteressate (per approfondire Allegretti, 2015).

Questo percorso complesso di scienziato emigrato mi porta da 8 anni a fare avanti e indietro tra una visione riduzionista ed una sistemica essendomi accorto che entrambe, a seconda delle situazioni, siano perfettamente idonee. L'elemento di fascino viene proprio dal fatto che dalla dimensione prettamente scientifica sembra dispiegarsi quella epistemologica...

Alle volte cerco di trovare una sorta di eleganza nella natura microcosmica sotto forma di associazioni funzionali *ricorrenti* tra molecole... Riflettevo tra me e me che son sicuro che molti dei lettori di questo saggio abbiano rintracciato nel testo sequenze di pensiero logico *ridondanti* con le proprie nonostante percorsi di vita totalmente diversi dal mio...non è vero?

La gamma di categorizzazione umana sembra veramente limitata, ma la sua efficacia operativa è alquanto impressionante (Bertalanffy L., 2004).

...*Ma se fosse la poesia la struttura che connette?*

Prendo l'occasione per ringraziare un laboratorio di ricerca europeo dove si portano avanti i concetti di indagine sistemica di frontiera nelle scienze della vita di pari passo con quelli tradizionali: l'EMBL, il Laboratorio europeo di biologia molecolare. Simile al rinomato cugino CERN (Organizzazione europea per la ricerca nucleare), l'EMBL è un'istituzione di ricerca inter-governamentale la cui operatività è finanziata da risorse pubbliche di 25 stati membri. La missione è quella di progredire la ricerca di base di eccellenza nell'ambito delle scienze della vita ed organizzare settimane di lavoro e di simposi in tutti i campi della biologia di avanguardia per favorire un interscambio di conoscenze a livello planetario.

Una parola essenziale per me come anche all'interno dell'EMBL è il termine "divulgazione": l'importanza di dialogare con persone provenienti da campi di studio o di vita completamente differenti cercando di comprendersi a vicenda, spiegare in parole semplici la scienza moderna tramite metafore valide o utilizzando concetti comuni a tutti gli ambienti come evidenziavo precedentemente. Divulgare significa quindi anche uscire dalla torre d'avorio del laboratorio e confrontarsi con la società da buon cittadino. Voglio spendere un paragrafo sull'esperienza che ho vissuto nella settimana di Cortona di Pier Luigi Luisi che è stata, nei 4 anni a cui ho partecipato, una buona palestra per esplorare alcuni aspetti della mia indole e riscoprirne altri, guardare la realtà con una prospettiva diversa e mettere in ballo tutte le convinzioni pre-acquisite e riconfrontarle: perché alla fine ogni tipo di conoscenza anche se scaturita da persone completamente diverse è una conoscenza umana e viene dall'esperienza. Naturalmente il metodo scientifico ha raggiunto risultati pratici che nessun altro metodo ha permesso e quindi ha il ruolo principale nel mondo di oggi, ma la trans-disciplinarietà ispira soluzioni e approcci di traslazione nuovi. Spesso è difficile far capire ad un biologo ciò che fa un fisico e viceversa, pensiamo quindi alle difficoltà che può avere un cittadino comune (non accademico) nel tentativo di intendere la scienza moderna...Con Pier Luigi ed altri amici volontari la settimana di Cortona è stata reincarnata nell'associazione "*Cortona friends*" ed a Todi quest'anno, una rinnovata settimana si è svolta (<http://www.cortonafriends.org/todi-week/>). Tale iniziativa è tesa verso studenti e giovani manager dalla mente aperta con lo scopo di parlare ad una nuova classe di futuri *leader*, ponendo in evidenza i fondamenti dell'etica, della ecologia, della spiritualità laica, la discussione delle nuove frontiere della scienza, dell'arte e della letteratura, enfatizzando perciò l'abolizione delle barriere tra una forma di sapere e l'altra.

La società torna unificata come al liceo o nei "giochi di perle" di Hesse...

*Ma è proprio possibile che abbiamo bisogno degli alieni per unire l'umanità intera sotto un unico vessillo?*

---

Un viaggio a ritroso così stimolante si può terminare per me solo con un grazie a chi lo ha facilitato. La gratitudine è rivolta all'AIEMS nella persona di Sergio Boria e colleghi a cui auguro buon lavoro e un altro grandioso anno di evoluzione per l'associazione.

*Sono acqua che scende la montagna.  
La gravità mi porta giù,  
ma il percorso ad ostacoli mi dà consapevolezza  
della mia virtù'.*

*Matteo*

## **Bibliografia**

- Allegretti M., 2013. Un confine utile per descrivere la vita, *Riflessioni Sistemiche*, N° 9.
- Allegretti M., 2015. Un sistema da cambiare, *Riflessioni sistemiche*, N° 13.
- Bertalanffy LV., 2004. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*, Oscar Saggi Mondadori.
- Boria S., 2012. Il ricordo inventato che noi siamo, in "I Quaderni della complessità", Edizioni Guaraldi.
- Goethe J. W., 1810. *La teoria dei Colori*, Ediz. Il Saggiatore 2008.
- Hesse H., 1943. *Il giuoco delle perle di vetro*, Mondadori 1998.
- Kant I., 1781. *Critica della ragion pura*, Laterza 2005.
- Mahamid J et al., 2016. Visualizing the molecular sociology at the HeLa cell nuclear periphery, *Science*.
- Maturana H & Varela F., 1992. *L'albero della conoscenza*, Garzanti.
- Severino E., 2012. *Il nulla e la poesia: alla fine dell'età della tecnica*: Leopardi, BUR Biblioteca Univ. Rizzoli.