

CMC

CENTRO CULTURALE DI MILANO

“Verità e miti dell’evoluzionismo”
La scienza di fronte alla specie e al ‘caso’ uomo

Interviene

Conway Morris

Docente di Paleobiologia dell’evoluzione nell’ Università di Cambridge

Milano

2 dicembre 2004

presso la sala di via S. Antonio 5

©CMC

CENTRO CULTURALE DI MILANO

Via Zebedia, 2 20123 Milano

tel. 0286455162-68 fax 0286455169

www.cmc.milano.it

PRESENTATORE - (...) Le fasi delle specie, probabilmente determinate anche da eventi geoclimatici, e il legame che in questo modo si instaurerebbe tra il tempo biologico e il tempo geologico; tutti questi eventi aprono una prospettiva più ampia e affascinante e sicuramente provocano a riconoscere che il percorso e il cammino dell'evoluzione è grandioso e che difficilmente può essere rinchiuso in banali visioni meccanicistiche e semplicistiche. Abbiamo con noi, sullo stimolo di queste considerazioni, un personaggio di assoluto spicco, il professor Simon Conway Morris, professore di Paleobiologia evolutiva all'università di Cambridge; la sua notorietà è in gran parte legata allo studio dei fossili dell'età Cambriana. Questo lavoro lo ha portato, in varie parti del mondo, a studiare diversi reperti e siti; in particolare il suo nome ha associato diverse evidenze fossili del cosiddetto Bug Shale, lo scisto di Bug, un sito particolarmente ricco dell'era Cambriana, che si trova nelle montagne rocciose. Ha pubblicato diversi libri tra cui *"Il crogiuolo della creazione"* e *"Le soluzioni della vita"*, che sono diventati al contempo testi di riferimento e anche oggetto di dibattito, date le capacità del nostro ospite di porre in risalto le grandi questioni dell'uomo a partire dalle osservazioni scientifiche. Ed è proprio questo ciò di cui abbiamo bisogno: un'indagine scientifica approfondita da parte di uno scienziato che sia aperto e attento alle prospettive culturali e ai grandi interrogativi, sempre insiti al fondo di ogni grande investigazione scientifica. È con grande piacere che saluto a nome di tutti il professore e gli cedo la parola.

MORRIS - Grazie mille. L'idea di questa sera sarebbe di fare una traduzione simultanea e speriamo che la cosa riesca bene e non distraiga. Dirò comunque una sola cosa in italiano "Buona sera, è veramente un piacere essere qui a Milano."

Ora vi darò alcune informazioni molto rapidamente e alcune delle cose che dirò sono un po' controverse, spero comunque che potremo poi discuterne insieme, quindi non prendete completamente sul serio tutto quello che dirò. Ci sono diversi errori nel mio lavoro, ne ho fatti e ne farò ancora moltissimi in futuro. Comunque utilizzerò delle diapositive.

Questa prima diapositiva mostra che ci troviamo in un momento della scienza veramente straordinario, perché capiamo bene da dove siamo venuti e siamo forse arrivati al momento in cui capiremo cosa potrebbe trovarsi nel nostro ambiente extraterrestre esterno; quindi questo è davvero un momento grandioso per essere scienziati. Per cominciare vorrei suggerire la possibilità che tutta la vita si basi sul carbonio e sull'acqua, come mostra questa diapositiva, in particolare l'acqua è il liquido più straordinario che esista. In effetti, l'uso che maggiormente ne faccio in Inghilterra è farne dei pezzi di ghiaccio e metterli nel "Gin and Tonic", naturalmente il ghiaccio galleggia e questa è una cosa straordinaria perché normalmente un solido affonderebbe in un liquido e in molti sensi le proprietà chimico fisiche dell'acqua sono davvero molto strane. Un'altra cosa che vi posso dire è che è molto probabile che la biochimica di base compreso il DNA, la famosa doppia elica, anche questa sia probabilmente una caratteristica universale. Ci sono buoni motivi di pensare che non ci siano alternative. Questo però non sembra valere per l'evoluzione della vita nel suo complesso; qui abbiamo un magnifico dipinto che viene dal Giappone e ci spiega perché tutto ciò che vi è rappresentato è commestibile, veramente delizioso da mangiare. Si sostiene, in genere, quando si parla di evoluzione, che esista un numero quasi infinito di punti terminali; la probabilità della evoluzione di un essere umano dotato della nostra intelligenza si ritiene sia estremamente ridotta. Si dice un po' dappertutto che noi siamo un po' una sorpresa evolutiva. Io sosterrò esattamente il contrario. Ora, mi dispiace mostrarvi la fotografia di questo personaggio disgustoso, Adolf Hitler sicuramente non è amico di nessuno, però vedete alle mie spalle il titolo di questo libro in inglese "What if" cosa sarebbe accaduto se... e il libro alle mie spalle esplora varie alternative al corso storico, quella che noi chiamiamo storia controfattuale, quindi nel caso del mio paese, l'Inghilterra, potremmo chiederci come la storia avrebbe potuto essere diversa se la battaglia per la Gran Bretagna fosse andata in un modo diverso. C'è un libro successivo a questo, un fatto estremamente interessante, che si chiede cosa sarebbe successo se Ponzio Pilato avesse detto a Gesù "Vai pure, sei libero", come la storia sarebbe cambiata, è un saggio davvero ingegnoso. Bene,

questo è come noi lo definiamo in inglese una "vergognosa pubblicità" perché in questo mio libro, che si chiama "Life's solution" cerco di sostenere esattamente il contrario del fatto che la storia della vita sia di per sé molto limitata, mostrando come in realtà essa riveli dei patterns sottostanti che suggeriscono possa esserci un ordine molto più grande.

Ora possiamo accostarci in tre modi diversi a questa domanda: "Quali sono le alternative della storia?". Molto rapidamente. Il primo consiste semplicemente nel dire "Possiamo immaginare un sistema biologico che, in linea di principio dovrebbe essersi evoluto, ma che non si è evoluto?" e l'esempio che ci viene in mente è l'invenzione della ruota. Perché gli animali non hanno le ruote? In realtà non è un problema biologico, sostanzialmente si riferisce all'assenza di superfici rigide e piatte. Per avere le ruote servono le strade. Un secondo aspetto di analisi consiste nel riprodurre, riproiettare il film della vita, per utilizzare la famosa metafora di Steven J. Gold, e chiedersi cosa succederebbe se riproiettassimo il film della vita, se potessimo farlo in laboratorio utilizzando dei batteri! E la conclusione fondamentale è che in realtà in molti, molti casi la storia si ripete. Ma le prove più importanti, secondo me si riferiscono a quella che si definisce "convergenza evolutiva". Vorrei farvi un esempio molto diretto. Ora, questa ragazzina che vedete qui e questa mucca sono entrambi mammiferi placentali cioè partoriscono dei piccoli che sono molto avanzati, nel caso della ragazzina, se rimarrà mai in cinta, quando crescerà avrà un periodo di gestazione di nove mesi e questa è la tipologia dei mammiferi placentali. L'alternativa che probabilmente conoscete è rappresentata dai cosiddetti marsupiali, dove appunto i piccoli nascono in una fase molto più precoce. Qui abbiamo un cranio fossile di un felino grande, estremamente pericoloso, se esaminiamo la ricostruzione che vedete nella parte alta dell'immagine, questo è un felino che visse in Sud America; mentre sotto abbiamo lo stesso felino masmilodonte di circa diecimila anni fa che potrebbe girovagare per Milano. Questi due felini sono incredibilmente simili, ma in realtà uno è placentale, mentre quello nella parte superiore è marsupiale. In altre parole il felino della parte superiore è molto più vicino a un canguro mentre quello nella parte inferiore è più strettamente collegato ad un ratto di quanto i due felini non lo siano tra di loro, ma come vedete hanno effettuato una convergenza l'uno verso l'altro in un modo veramente incredibile. La mia tesi è molto complicata ma vorrei concentrarmi innanzitutto sull'evoluzione dell'occhio e naturalmente sull'occhio dei vertebrati che si basa su una conformazione a telecamera, probabilmente sapete che l'occhio a telecamera nostro è molto simile a quello del calamaro e del polpo, ma sappiamo che questi si sono evoluti in modo assolutamente indipendente. Se sezioniamo questo occhio a metà vedrete che l'occhio al centro è quello del polpo, l'occhio a destra è dell'essere umano il che rappresenta un esempio famoso di evoluzione convergente. In realtà questa conformazione si è evoluta in modo indipendente cinque o sette volte e nella maggior parte dei casi l'animale è un animale dai movimenti rapidi, è un cacciatore e tende ad essere intelligente. Ci sono altre possibilità e quella principale è il così detto occhio composto che troviamo spesso negli insetti; il problema dell'occhio composto sta nel fatto che soffre di una serie di limitazioni. Sostanzialmente potete inserire sulla superficie dell'occhio tutti i cristallini che volete, potete renderli più piccoli possibili ma c'è un limite massimo a questo processo. Quindi, un fisiologo tedesco molto famoso si è chiesto cosa sarebbe successo se noi esseri umani non avessimo un occhio di conformazione a telecamera, ma dovessimo per forza di cose avere un occhio composto? Che dimensioni avrebbe? È una sorpresa: avremmo bisogno di un occhio gigantesco, dovrebbe essere davvero enorme e questo è il motivo per cui è molto meno probabile trovare un occhio composto in un astronomo extraterrestre, rispetto ad un occhio a conformazione a telecamera. Tutto questo ha un risultato molto importante su una delle domande fondamentali, cioè in che modo noi abbiamo coscienza che i tessuti della nostra testa ci permettono di vedere il mondo esterno? Forse un indizio lo possiamo trovare in un animale molto strano; è un tipo di talpa, i cui tentacoli che si trovano intorno al naso di questa talpa sono estremamente sensibili al tatto, ma la biologia di base di questo naso è la stessa di quella di un occhio; in altre parole questo animale in un certo senso riesce a vedere con il naso e all'interno della testa probabilmente forma un'immagine attraverso il tatto. Quando un cieco legge utilizza l'alfabeto Braille toccando una superficie e questo tipo di percezione sensoriale si estende anche a forme

ancora più aliene di vita. Questo è un pesce che vive in Africa, nei laghi e nei fiumi ed è in grado di generare un campo elettrico che gli permette di percepire l'ambiente circostante addirittura fino a consentirgli di riconoscere singole forme, semplicemente attraverso il campo elettrico generato. Questo stesso sistema è anch'esso evoluto in modo completamente indipendente in Sud America. Sono esempi questi davvero straordinari di convergenza e ci suggeriscono la possibilità che forse la mentalità sia universale: se è possibile vedere con il naso o vedere attraverso i lati del corpo o attraverso il campo elettrico la visione in fondo è sempre la stessa. Adesso cercherò di persuadervi. Questa potrebbe essere una fotografia non della terra ma di un pianeta che si trova sull'altro lato della galassia, questo è assolutamente ridicolo, direte voi, e perché? Un motivo sta nel fatto che un'immagine di questo tipo è impossibile dato che io vengo da Cambridge ho chiamato questa immagine "la cerimonia della consegna delle lauree all'Università di Oxford": dinosauri dappertutto! Ma perché è impossibile? Perché 65 miliardi di anni fa un idiota ha lasciato cadere un enorme asteroide sulla superficie della terra e la cosa ha portato ad una estinzione di massa: c'è stato chi è sopravvissuto però, e sono i mammiferi e gli uccelli. La mia tesi è che in questo caso i mammiferi piuttosto primitivi, che sono sopravvissuti all'estinzione dei dinosauri abbiano ricevuto un'opportunità davvero fantastica di riprendere possesso di tutto l'ecosistema devastato, quindi entro una decina di anni questo mammifero piuttosto generalizzato si evolve in animali completamente diversi tra loro, come i pipistrelli, le balene e anche naturalmente i primati; quindi secondo la mia tesi niente estinzione, niente espansione dei mammiferi, niente primati e quindi niente esseri umani. Ma è proprio vero? A livello storico sì, ma dobbiamo dire alcune cose, una di queste è che venti milioni di anni dopo questo impatto la terra inizia ad entrare in un periodo di glaciazione: in questo caso possiamo avere un esempio di storia controfattuale. L'asteroide manca la terra, i dinosauri sopravvivono e io suggerirei l'ipotesi che nelle parti più fredde della terra, stretta tra i ghiacci, i mammiferi a sangue caldo e gli uccelli a sangue caldo avrebbero comunque cominciato a prevalere; quindi i tropici sarebbero stati pieni di dinosauri ma più vicino ai poli sarebbero stati gli uccellini e i mammiferi più intelligenti con un sistema sociale più avanzato a cominciare a predominare nel mondo. In altre parole uccelli e mammiferi avrebbero vinto comunque. Ora ci sono molte cose da dire sugli uccelli, soprattutto che sono estremamente interessanti. Sono animali a sangue caldo ma questo avviene in modo completamente indipendente da come avviene nei mammiferi. Hanno imparato a cantare in modo indipendente almeno due o tre volte, ma il modo sostanziale in cui imparano a cantare e la neurobiologia del canto sono fortemente convergenti sui mammiferi. Gli uccelli sono anche bravissimi nel fabbricare utensili. Questo è un corvo della Nuova Caledonia, un uccello che fabbrica utensili specializzati per cacciare insetti. Questa è vera e propria tecnologia, l'uccello cambia la disposizione degli utensili e fatto ancora più straordinario è questo esperimento in cui la femmina del corvo della Nuova Caledonia riceve un pezzetto di filo metallico che è diritto. La femmina vuole recuperare il cibo che sta sul fondo del secchio che è stato messo in fondo ad un tubo; esiste un intero video in cui si vede il comportamento della femmina che cerca di recuperare il cibo dal secchio e non vi riesce, poi improvvisamente salta giù, spinge il filo metallico contro la base del vassoio e lo piega fino ad ottenere un uncino e qui vedete come appunto riesce a recuperare il cibo: veramente un fatto straordinario! Qualcuno sostiene che in realtà sia un fatto molto interessante, gli uccelli sono fortemente convergenti sui mammiferi ma che, d'altro canto, l'evoluzione di un soggetto gigantesco come l'uomo, sia unica nel suo genere e in effetti quando vediamo questo incredibile, aumento nelle dimensioni del cervello degli ominidi sembra essere davvero incredibile ma ancora una volta non è un fenomeno unico, in realtà abbiamo notato una straordinaria convergenza con i delfini e abbiamo visto la convergenza del sistema mentale del delfino che è assai simile ai primati e qui vedete un esempio assolutamente magnifico di primate.

Il punto che vorrei sottolineare qui è che quando noi esaminiamo la struttura celebrale di un essere umano e quella del delfino, a prima vista i due cervelli sembrano incredibilmente simili; in realtà non lo sono per niente, sono anzi molto diversi e questo è davvero importante, perché la convergenza delle caratteristiche mentali è stata ottenuta utilizzando quello che è sostanzialmente

un cervello di tipo diverso e la convergenza comprende molti aspetti: la capacità di comprendere delle istruzioni, la capacità di riconoscere la propria immagine in uno specchio, la capacità di memorizzare, la struttura sociale, il tutto viene riportato in questa immagine; perché i delfini amano anche molto giocare, e soprattutto amano fare questi anelli di bolle ed entrarci dentro e fuori. Questa convergenza io ritengo suggerisca fortemente la possibilità che in un ambiente così diverso l'emergere dello stesso tipo di caratteristiche mentali sia un segno chiaro della presenza di un principio sottostante all'opera nell'evoluzione. Tutto è non accidentale ma è vero. Qui abbiamo un'immagine interessante e dovete chiedervi quali altre specie sulla terra penserebbero che questa sia una cosa sensata da fare come diciamo noi in inglese "un'assoluta pazzia", ma anche qui troviamo delle convergenze molto interessanti. L'uomo di Neanderthal, che qui vediamo a fianco di un cranio di homo sapiens, tutti concordano nell'affermare che questa sia una specie separata ed essa presenta molte caratteristiche interessanti: il fuoco e anche l'uso di utensili avanzati e, cosa molto curiosa, seppelliva i propri morti. Eppure l'uomo di Neanderthal viene considerato come una forma umana inferiore. È molto interessante il fatto che poco prima dell'estinzione la sua espressione culturale subisca un brusco cambiamento quello che noi abbiamo chiamato lo Shuttle Prevonian. Si è sempre sostenuto che lo Shuttle Prevonian sia il risultato di un processo di imitazione, dovuto all'arrivo dell'Homo Sapiens, che ha i primi contatti con l'uomo di Neanderthal; quest'ultimo cerca in qualche modo di tenersi alla pari. Ma ora viene suggerita l'ipotesi che in realtà questo fiorire culturale sia avvenuto in maniera completamente indipendente dall'Homo Sapiens; in altre parole si arriva ad un punto in cui si incomincia ad utilizzare un qualcosa come simbolo e si forniscono informazioni con oggetti inanimati. Ora, perché è importante tutto questo? Darwin aveva ragione, ma forse persino oggi sottovalutiamo ancora le implicazioni del darwinismo. A me sembra che noi non abbiamo ancora completamente compreso l'evoluzione, e vorrei farvi qualche esempio. Tanto per cominciare dovremmo prendere l'intero concetto delle caratteristiche mentali animali molto più seriamente. Questi non sono robot. Un'altra cosa importante è il fatto che la convergenza ci dice che può essere estremamente difficile cambiare le regole e questo vale anche, ad esempio per la resistenza alle malattie perché più e più volte l'evoluzione riesce ad arginare il problema. Vediamo ora alcuni esempi molto interessanti di convergenza nell'area della medicina, soprattutto nell'evoluzione dei virus e nell'evoluzione dei batteri. Quello che a me interessa davvero è ritornare a questa idea del canto: vi ho detto prima come gli uccelli abbiano imparato a cantare e come anche diversi altri animali l'abbiano fatto, fra cui la balenottera. Questi tipi di canto sono fortemente convergenti. Gli esseri umani e gli animali sostanzialmente cantano nello stesso modo, con armonia, con melodia, con sessioni più tranquille, con sessioni caotiche, con inversione: è stato pubblicato un saggio di un musicologo americano che sostiene un fatto estremamente interessante. Supponiamo che ci sia una musica universale, diciamo "là fuori": forse l'evoluzione è un modo per scoprire questa musica universale. Quindi vedete che una corrente filosofica che risale a Platone in realtà forse riesce a collegarsi con la biologia. Se questo è vero per la musica, potrebbe essere vero anche per la religione; in altre parole potremmo dire che forse l'evoluzione è il modo in cui vengono scoperte realtà più profonde. Questo è il modo in cui funziona il mondo e quindi non solo avremo convergenza di occhi, convergenza di canto, non c'è alcuna ragione per cui non debba esservi una convergenza anche degli istinti religiosi, un fatto che può essere soprannaturale e naturale allo stesso tempo.

Io uso una metafora in genere che si riferisce a questa domanda: come è stata scoperta l'isola di Pasqua? Come sapete l'isola di Pasqua è un minuscolo puntino sperduto nell'oceano e ci verrebbe da pensare che sia stata scoperta per caso dai polinesiani; in realtà le prove suggeriscono la possibilità che la sua scoperta fosse davvero inevitabile perché i polinesiani passavano il loro tempo ad esplorare il Pacifico e avevano una tecnologia estremamente avanzata che utilizzavano per cercare in continuazione nuove terre. Quindi anche se non sapevano dell'esistenza dell'isola di Pasqua prima di arrivarci in realtà la sua scoperta era una "inevitabilità". Mi colpisce il fatto che la convergenza evolutiva sia abbastanza simile: più e più volte, continuamente scopriamo la stessa soluzione agli stessi problemi. Il numero delle opzioni a nostra disposizione è molto limitato e io lo

trovo davvero entusiasmante, perché a me suggerisce l'ipotesi che possa esserci una struttura più profonda nella biologia, se volete una specie di mappa sottostante, il che significa che la biologia e anche l'evoluzione in realtà diventano prevedibili. Ora, se sono prevedibili uno dei grandi punti di forza della scienza è che ciò che è vero qui è vero ovunque, di conseguenza l'intelligenza dovrebbe essere presente in tutta la galassia. Alcuni di voi sapranno probabilmente del famoso commento di un famoso fisico italiano, scappato per fuggire da Mussolini, si chiamava Enrico Fermi; egli si pose una domanda molto semplice sulla vita extraterrestre: si chiese "Ma dove sono?" E c'è un problema chiamato il paradosso di Fermi. Io ritengo che le origini della coscienza, della vita e il paradosso di Fermi siano tra le questioni più profonde che abbiamo davanti a noi oggi. Quindi la mia conclusione è che l'evoluzione degli umani sia stata del tutto inevitabile, ma sfortunatamente viviamo in un universo solitario. Non so se questo vi incoraggi o vi deprima ma in un modo o nell'altro vorrei ringraziarvi per la vostra attenzione.

MODERATORE - Grazie veramente molto. Prima di concludere credo possa essere interessante per molti aver la possibilità di fare qualche domanda.

INTERVENTO - A riguardo del breve passo che l'evoluzione indica. Quello che tu hai mostrato è quella serie di convergenze spettacolari che evidentemente riguardano una sorta di macroevoluzione, se così si può dire, cioè il convergere su certe forme in modo indipendente in lunghi periodi di tempo. Volevo chiederti se puoi dire qualcosa di più su come questo si accoppia o si unisce con il passo momentaneo, che porta una certa forma a modificare la propria struttura gradualmente, fino a convergere su questa forma compiuta a cui si assiste in modo indipendente, in diverse regioni del tempo e dello spazio.

MORRIS - Assolutamente chiara la domanda, grazie. È una domanda molto complessa e credo che il modo più semplice per tentare di rispondere sia ricordare quando si sono evoluti gli organismi. Essi non si sono evoluti in modo atomistico, in altre parole essi sono fortemente integrati, quindi quando l'evoluzione si manifesta in modo convergente, ciò che succede in realtà è che una intera serie di fattori si integrano in modo da evolversi contemporaneamente. Il secondo punto è che la storia che porta dall'inizio alla fine può essere incredibilmente diversa ma il punto finale è sorprendentemente simile. Quindi in un certo senso la storia di per sé non ha molta importanza: dove si va importa molto di più del modo in cui ci si arriva. Non so se ho completamente risposto.

INTERVENTO - Su questo problema della convergenza, lei condivide la posizione di Stephen J. Gold?

MORRIS - Grazie per la domanda. Penso che lui direbbe che ci sono un sacco di problemi. La convergenza però esiste, nessuno la nega. Detto questo J. Gold aveva una ideologia che era sostanzialmente anti-darwiniana, anti-adattazionista e soprattutto era ossessionato dal ruolo dell'accidente storico. La sua idea era sostanzialmente che tutti i punti finali, i punti d'arrivo fossero egualmente possibili. Quindi, noi due, non saremmo in disaccordo sulla realtà dell'evoluzione, e non saremmo neppure in disaccordo sull'esistenza della convergenza evolutiva. Saremmo invece in totale disaccordo su questo: Gold non affermerebbe mai che esista una teoria generale sull'evoluzione, al di là della selezione naturale, mentre io credo invece che la convergenza dimostri che esiste una struttura sottostante perché altrimenti come spieghiamo queste convergenze? In altre parole tutte le scienze hanno una profondità di analisi quasi infinita. Se parliamo con i fisici loro non hanno ancora elaborato una teoria generale, ma se pensate con la maggior parte dei biologi, essi non hanno ancora idea di come poter cominciare a pensare una teoria generale. Quindi in ultima analisi io e Gold ci troviamo ai poli opposti della terra

INTERVENTO - Vorrei mettere in evidenza l'altra faccia della convergenza. Quello che è reso evidente dallo studio attuale sul sequenziamento dei genomi, è che il numero di geni presente negli uomini non è molto diverso da quello che c'è in organismi, anche un appiantino o un cenorapio, eppure è evidente che se io incontro un uomo o un cenorapio li riconosco, non li confondo. È evidente che la convergenza esiste, c'è qualche cosa di simile nel come vengono messe insieme le "parole", ma la differenza deve stare specialmente anche nel come io costruisco le frasi. Allora la vera domanda è: il codice della sintassi, il segreto di come fare le frasi, dov'è?

MORRIS - Questa è una domanda molto astuta e penso che sia giusto dire che al momento non abbiamo una comprensione ottimale del perché non siamo conigli o del perché non siamo un'altra forma di pianta, proprio a motivo della somiglianza genetica. Quello che questo in realtà ci dice è invece il modo in cui i geni dialogano tra loro che spiega il perché noi ci siamo evoluti e siamo diventati esseri umani e non conigli. Ci sono due cose che devono essere sottolineate: la prima è che ci sono prove molto interessanti della convergenza genetica e sembra anche che i sistemi genetici siano molto più flessibili e molto più dinamici di quanto si pensasse un tempo. Il problema è che adesso non abbiamo un sistema generale per spiegare questo. Io comunque sostengo che se esistono regole generali che valgono anche per la biologia, allora varranno nello stesso modo anche nell'architettura molecolare come per qualsiasi altra cosa. Grazie per la domanda.

INTERVENTO - La mia impressione è che lei e Gold siate un po' due estremi di qualcosa che noi abbiamo e il cui punto centrale è il più interessante. Lei ha parlato della necessità dell'evoluzione, più o meno di una inevitabilità, e l'altro estremo sarebbe invece di una pura causalità totale, anche se incomprensibile. Io penso che forse si possa parlare di contingenza in modo molto simile a quello espresso da Gold. Le contingenze sono più o meno simili alla libertà, qualcosa che non è necessario però può essere spiegato, in questo senso però io opterei in favore della storia, non credo che ci sia qualche problema nel dire che l'estinzione di massa sia stata necessaria per l'evoluzione degli esseri umani, credo che questo sia in linea con un fatto evidentemente empirico, cioè che noi umani siamo del tutto diversi da ogni altro essere. Voglio dire io accetto la convergenza ma non sono sicuro che di aspettarmi che una mente umana si evolva in modo convergente.

MORRIS - Anche in questo caso grazie per l'ottima domanda. È un'area molto praticata questa. Diciamo che Gold è estremamente interessato per esempio a qualcosa di simile abbiamo detto al postmodernismo, all'arte di Duchamps, ed è interessante notare il modo in cui la scienza è stata influenzata da alcune tendenze postmodernistiche, tuttavia le origini della scienza si basano in realtà sul presupposto che il mondo, l'universo, sia stato un posto razionale e chiaramente in tutto questo quadro possiamo inserire il libero arbitrio senza nessun problema. La mia opinione è però che in ultima analisi il programma di ricerca di Gold andava verso un qualche cosa che era completamente futile. Innanzitutto sembriamo essere ad estremità opposte dei poli, in ultima analisi, se segue la mia argomentazione spero si renderà conto che ne scaturisce una teoria più interessante, sostanzialmente Gold non ha mai prodotto una teoria dell'evoluzione, ha fatto diverse argomentazioni che lentamente stanno venendo confutate quasi tutte (l'equilibrio puntuato etc.). Naturalmente sono d'accordo in gran parte con quanto lei ha detto, ma in ultima analisi ritengo che la gente dimentichi che l'impresa scientifica è davvero molto strana e se confrontiamo il modo con cui lavorano i biologi e lo confrontiamo con quello che usano i fisici, penso che noi abbiamo davvero molto da imparare da quest'ultimi. Grazie per il suo commento.

INTERVENTO - Mi ha stupito il commento che hai fatto al DNA potrebbe non avere molte alternative, perché in quel caso sarebbe difficile pensare ad una convergenza, in quanto la convergenza sembrerebbe dover implicare un processo evolutivo mentre la molecola del DNA potrebbe dover essere la prima soluzione efficiente nata per il problema del codice della vita,

mentre potrebbero essercene altre che non son partite perché ci siamo mossi lungo quel binario e non lungo un altro. Puoi commentare ulteriormente.

MORRIS - Domanda di vastissima portata, grazie. Innanzitutto ci sono moltissime prove interessanti che, in realtà, dimostrano l'incredibile efficienza del codice genetico. È possibile che ve ne siano pochissimi migliori, forse nessuno. In secondo luogo vorrei tornare al problema che si riferisce al big bang, la cui domanda sostanziale è: "Quali sono gli elementi disponibili per creare il DNA?". E se analizziamo il problema da questo punto di vista quando esaminiamo la sintesi di una molecola semplice ancora una volta ci rendiamo conto che non c'è molta scelta. In altre parole potremmo oggi creare dei DNA alternativi che utilizzano però elementi la cui comparsa nella terra primigenia sarebbe molto improbabile. L'ultimo commento che vorrei fare è che in realtà il DNA è una delle molecole più strane dell'intero universo per il modo in cui è costruito, sostanzialmente contrario a qualsiasi forma di intuizione; nella sua costruzione entrano elementi di grande sottigliezza, che i chimici conoscono bene ma che non sembrano apprezzare come dovrebbero. La domanda che hai posto comunque ha delle implicazioni enormi.

RELATORE - Se non ci sono altre domande ringraziamo ancora il nostro ospite, che sicuramente ci ha regalato delle emozioni nuove, emozioni quasi di segno opposto: da una parte scoprirsi ancora più fortemente legati al filo delle contingenze, ma dall'altra, con questa convergenza, radicati dentro la struttura del nostro pianeta e dunque del cosmo. È sempre stupefacente scoprire dei nuovi nessi fra noi e il vasto cosmo che ci circonda, e quindi io sono certo che torneremo oggi a casa con un'emozione che ci porteremo dietro a lungo. Grazie ancora Simon per questo tuo intervento.