

La catena della vita... sulle tracce del Genoma

Lunedì 20, ore 16.30

Relatori:

Paolo VEZZONI,
Ricercatore presso il CNR, coordinatore per l'Italia del progetto Genoma
Edoardo BONCINELLI,
Direttore del laboratorio di Biologia dell'Istituto «San Raffaele» di Milano

Moderatore:

Luca SANGIORGI

Sangiorgi: Sul progetto Genoma sono state dette molte cose negli ultimi due anni: è stata definita la più grande scoperta scientifica del secolo dalla rivista «Science»; qualcuno l'ha definito la scoperta del millennio. Concretamente però si sono viste ancora poche possibilità applicative. Cercheremo non solo di affrontare quest'aspetto dal punto di vista pratico, ma anche di dare delle basi, di illustrare da dove si è partiti con il progetto Genoma; per questo abbiamo invitato il dott. Paolo Vezzoni, uno dei pochi italiani ad essere coinvolti fattivamente nella realizzazione del progetto, di cui ha un'ampia conoscenza, essendo collaboratore del professor Dulbecco che è stato tra le tre menti propositive e ideatrici del progetto stesso. Al professor Boncinelli chiederemo poi quali sono realisticamente le applicazioni del progetto Genoma e a che cosa si può effettivamente sperare di poterlo vedere applicato nei prossimi anni.

Inizio subito con una domanda un po' provocatoria per il dott. Vezzoni. L'ex Presidente Clinton, nel momento in cui ha fatto la presentazione del progetto Genoma in una conferenza stampa congiunta con il Primo Ministro Blair, ha detto che abbiamo imparato a parlare il linguaggio di Dio: con il progetto Genoma abbiamo, realisticamente, imparato a parlare il linguaggio di Dio?

Vezzoni: Qual è il linguaggio che Dio usa? Quello che sosterrò in questi brevi minuti è che il linguaggio di Dio è il mondo, nella sua interezza, in tutto quello che noi incontriamo ogni giorno nella nostra esperienza, e che noi dobbiamo cercare di comprendere senza pregiudizi di sorta. Questo comporta da parte nostra una totale apertura a tutte le istanze che dal mondo ci provengono. Tra queste c'è la scienza, attività umana per eccellenza in quanto tesa a scoprire e descrivere ciò che è, cioè la verità. E nell'ambito della scienza, esaminerò in maniera particolare ciò di cui, per una serie di coincidenze affatto casuali, mi sono interessato negli ultimi anni: la medicina, la biologia, infine la genetica.

La descrizione della realtà che ci circonda e di noi stessi è sempre stato il punto di partenza non solo della scienza, ma anche di ogni vera filosofia, ed è per questo che fino al secolo appena terminato ogni grande e vero dibattito filosofico è stato in realtà una grande riflessione sull'essere, sull'uomo, sul mondo e sul nostro ruolo nel mondo. Fino al secolo XIX compreso, scienziati e filosofi hanno dibattuto questi grandi problemi in maniera unitaria, nel tacito accordo che le vie del conoscere e dell'argomentazione fossero sempre le stesse. La mia analisi vuole ripartire da questa concezione. Vi è una sola conoscenza ed un solo tipo di conoscere, sia che noi facciamo scienza, sia che noi facciamo filosofia, perché l'uomo splittato non esiste.

Purtroppo nel secolo XX si sono diffuse numerose tendenze che hanno portato ad una divisione tra scienza e filosofia. Tra questi modi di pensare vi sono anche alcuni che provengono da ambienti cattolici, che non nascondono manifestazioni di sospetto verso la scienza. Questi settori di pensiero, che, vorrei sottolineare, non esauriscono la totalità dell'esperienza cattolica, si pongono in antitesi con il mondo, vedendo in esso un nemico, invece che un parametro di riferimento o almeno un sistema di confronto. Penso non sfugga alle menti più preparate come il cattolicesimo sia oggi in una posizione di difesa rispetto ad una serie di fenomeni che sono comparsi negli ultimi anni.

Nel breve tempo a mia disposizione vorrei illustrare un'ipotesi alternativa secondo la quale, se si vuole comprendere il linguaggio di Dio, bisogna avere grande domestichezza con tutto quello che avviene intorno a noi e con gli eventi che si succedono ormai ad un ritmo vertiginoso. Tra questi la scienza è uno dei più rilevanti.

È mia opinione che nulla si comprende veramente se non in una prospettiva storica. Ed è per questo che vorrei prendere le mosse da quella che una volta veniva chiamata «Teologia naturale». Oggi, tale corrente di pensiero gode di pessima reputazione, tanto dall'una che dall'altra parte. Ma cosa si proponeva in realtà questa ideologia che nel Settecento e nell'Ottocento dominava il campo della ricerca scientifica? Esso apparirà chiaro da questa citazione di Isaac Newton: «Io rispondo che i moti che i pianeti hanno ora non possono derivare da nessuna causa naturale da sola, ma che essi furono impressi da un agente intelligente [...] e che sistemare tutte queste cose insieme in una così grande varietà di corpi, dimostra che quella causa non era né cieca né fortuita, ma molto esperta in meccanica e geometria».

A dimostrazione di quanto detto sopra a riguardo dei rapporti tra scienza e filosofia, vale la pena ricordare che Newton scrisse pressapoco tanti articoli di teologia quanti di fisica, ed ebbe modo di accapigliarsi con Leibniz non soltanto sull'invenzione del calcolo infinitesimale, ma anche su questioni di natura prettamente teologica. Come vedremo, sosterrò che in questa diatriba Leibniz aveva ragione e Newton torto. Ma veniamo ora alle scienze biologiche, in cui la stessa impostazione di Newton era semplicemente accettata da tutti. Ecco come William Paley si esprimeva nel suo libro *Natural Theology* del 1802: «Attraversando un campo, supponiamo che io picchi il mio piede contro una pietra e sia richiesto del come la pietra sia finita lì; io potrei rispondere che, fino a prova contraria, potrebbe esser stata lì da sempre. Ma supponiamo che io abbia trovato un orologio per terra e che ci si ponga il problema di come sia successo che l'orologio sia lì; sarebbe altamente improbabile pensare alla risposta che ho dato prima, che per quel che ne so, l'orologio potrebbe esser stato lì da sempre... (Noi siamo costretti a concludere che) l'orologio deve avere avuto un Fattore... (e che) ogni indizio di pianificazione che esiste nell'orologio, esiste nelle manifestazioni della natura; con la differenza, a vantaggio della natura, di essere assai più grande e a un livello che supera ogni calcolo»¹.

Questo approccio di Paley non è più popolare perché c'è stato un innegabile cambiamento di visuale e, a partire da Darwin, si è cominciato a pensare che tutti i fenomeni vitali siano in realtà riconducibili a leggi fisico-chimiche o comunque a qualcosa che segue le leggi della materia. Come si è espresso Richard Dawkins: «La selezione naturale, il processo cieco, inconscio e automatico che Darwin ha scoperto e che noi oggi sappiamo essere la spiegazione per l'esistenza di tutte le forme di vita che sembra abbiano un fine, non ha in mente nessuno scopo. Non ha nessuna mente e nessun occhio della mente. Non pianifica per il futuro. Non ha nessuna visione, nessuna capacità predittiva, nulla. Se si vuol dire che gioca un ruolo di orologiaio, si deve parlare di orologiaio cieco»².

Un esempio tra i più eclatanti è dato oggi dallo sviluppo embrionale che ha visto nel secolo XX, con la nascita dell'embriologia sperimentale, e negli ultimi decenni, con l'embriologia molecolare, progressi eccezionali. All'inizio del secolo, Hans Driesch, uno dei fondatori dell'embriologia sperimentale, lavorando presso la Stazione Zoologica di Napoli, aveva separato le cellule degli embrioni allo stadio di due o quattro cellule (blastomeri) e aveva constatato che ognuna di esse era in grado di produrre un embrione intero, seppure più piccolo. Parimenti, era possibile fondere tra loro due embrioni al livello di blastula ed ottenere un unico organismo, questa volta più grande. Nel 1907 egli poteva ancora scrivere con un certo fondamento: «È quindi provato per alcuni fenomeni vitali che nessun meccanismo di qualunque tipo può essere la loro base causale. Vi sono necessariamente degli agenti non meccanici. Diamo loro il nome aristotelico di entelechia, pur sapendo che esso non corrisponde esattamente al concetto rappresentato dal termine aristotelico»³.

Oggi sappiamo che non è così. Oggi conosciamo il nome di questa entelechia: essa corrisponde all'acido desossiribonucleico, al DNA. Esso regola tutti gli aspetti del funzionamento del vivente, ed in particolare quelli legati allo sviluppo embrionario. La formazione dal nulla (o meglio, da una singola cellula) di strutture così perfezionate, e che svolgono la loro funzione in maniera ottimale, è un fenomeno che ci riempie di stupore tanto quanto il cielo stellato o l'esistenza della legge morale. Davanti a tale precisione, Paley aveva scritto: «Se non ci fosse nessun altro esempio di pianificazione al mondo al di fuori dell'occhio, esso da solo sarebbe sufficiente per sostenere la conclusione che abbiamo tratta da esso, a proposito della necessità di un Creatore intelligente»⁴.

Ma cosa rimane di quello che aveva scritto Paley sull'occhio? Qual è oggi la visione della moderna embriologia sperimentale e molecolare sulla formazione di questo organo? Come per tutte le altre strutture che si formano durante lo sviluppo embrionale, oggi la formazione dell'occhio può essere descritta come una serie di eventi che hanno luogo a livello molecolare, come una serie di geni che si accendono e si spengono, i cui meccanismi

generali sono oggi parzialmente noti e sempre più lo saranno alla luce dei recenti studi sul genoma umano. Ecco due esempi di quello che succede proprio per l'occhio: sono stati individuati una serie di geni la cui alterazione si accompagna a difetti dell'occhio. I geni Vax, ad esempio, della famiglia degli homeobox, provocano alterazioni nella struttura dell'occhio, con formazione di coloboma e malformazione del nervo ottico nel caso di Vax-15. Così pure alterazioni dell'occhio si verificano in seguito ad anomalie del gene Pax-6. Non solo, ma Walter Gehring e i suoi collaboratori hanno potuto ottenere la comparsa di occhi addizionali manipolando l'espressione del gene Pax-6⁶. Tutto ciò dimostra che la genesi di complesse strutture, quali arti o ali, che ha luogo durante lo sviluppo embrionale, è sotto controllo del DNA.

Di fronte a questa descrizione riduzionistica della biologia non è sorprendente che molte voci abbiano concluso che le pretese della Natural Theology fossero ormai morte e seppellite. In pratica si sostiene che non è possibile ricavare l'esistenza di Dio dalla natura perché il disegno che in esso si riscontra è solo frutto del caso e non di un disegno. Ecco quanto proclama ad esempio François Jacob, premio Nobel per la Medicina nel 1965: «Alla consapevole intenzione di uno Spirito si è sostituita la traduzione di un messaggio. L'essere vivente rappresenta, sì, l'esecuzione di un disegno, ma di un disegno che nessuna mente ha concepito; esso tende verso un fine, ma un fine che nessuna volontà ha scelto»⁷.

In una formulazione che è rimasta famosa, Jacques Monod, che con Jacob divise il premio Nobel, scrive nel suo libro *Il caso e la necessità*: «L'antica alleanza è infranta; l'uomo finalmente sa di essere solo nell'immensità indifferente dell'Universo da cui è emerso per caso. Il suo dovere, come il suo destino, non è scritto in nessun luogo. A lui la scelta tra il Regno e le tenebre»⁸.

In realtà, non si tratta di tesi realmente nuove, anche se di nuovo c'era il fatto che ad enunciarle fosse un premio Nobel per la medicina. Monod e Jacob vivono nella Francia del dopoguerra. Quanto detto da Monod richiama alla mente quanto scrisse un loro contemporaneo. Nel suo *Mito di Sisifo* così si era espresso Albert Camus: «Lascio Sisifo ai piedi della montagna! Si ritrova sempre il proprio fardello. Ma Sisifo insegna la fedeltà superiore, che nega gli dei e solleva i macigni. Anch'egli giudica che tutto sia bene. Questo universo, ormai senza padrone, non gli appare sterile né futile. Ogni granello di quella pietra, ogni bagliore minerale di quella montagna, ammantata di notte, formano da soli un mondo. Anche la lotta verso la cima basta a riempire il cuore di un uomo. Bisogna immaginare Sisifo felice»⁹.

E evidente quindi che la nuova visione dei risultati scientifici si inserisce in un contesto ideologico più ampio, che è essenzialmente la nascita dell'ateismo scientifico. Come ha sottolineato Cornelio Fabro in suo classico intervento sull'ateismo contemporaneo, l'ateismo, pur essendo presente fin dall'antichità, ha avuto una valida fondazione solamente in tempi recenti. Senza voler entrare nel merito della questione, secondo molti, l'opera di Darwin è stato uno dei cardini di questa recente visione del mondo e da questo fatto discende l'avversione alle scienze biologiche che si ritrova in alcuni ambienti.

Tutto quanto detto sinora è certamente noto a tutti, come è noto a tutti che dopo quasi 150 anni, la teoria dell'evoluzione è stata formalmente riconosciuta come un fatto anche dalla Chiesa Cattolica. Alcuni si sono chiesti se valeva la pena di ufficializzare ciò che ormai tutti sanno. Altri hanno commentato: meglio tardi che mai; o più ironicamente hanno notato un trend positivo, perché per Galileo c'erano voluti circa 350 anni. Ma noi possiamo chiederci se è proprio necessario che ci sia un'avversione tra scienza e Cattolicesimo. Ho detto Cattolicesimo e non Cristianesimo perché, in generale, nell'Inghilterra anglicana tutto l'atteggiamento verso la scienza fu un po' diverso, anche perché, dopo Enrico VIII, gli editti di Roma non avevano più effetto in quel Paese. E così, quando Darwin morì nel 1882, fu sepolto con grande onore nell'Abbazia di Westminster.

In realtà, bisogna sinceramente constatare che oggi davanti ai grandi mutamenti che stanno avendo luogo, e ovviamente non solo nel campo della tecnologia, il Cattolicesimo è in ritardo, in una posizione di isolamento, in cui si assicura una certa difesa ai propri valori, ma si perde l'occasione di conoscerne di nuovi. Thomas Huxley, il mastino di Darwin, malgrado il suo scontro con Samuel Wilberforce vescovo di Oxford, così scriveva al reverendo Charles Kingsley, suo amico: «Per me è chiaro che, se bisogna evitare che quel grande e potente strumento per il bene o per il male, la Chiesa d'Inghilterra, sia ridotta in mille pezzi dall'onda avanzante della scienza – un evento a cui mi dispiacerebbe assistere, ma che avrà inevitabilmente luogo se i suoi destini resteranno nelle mani di uomini come Samuel di Oxford – a ciò si dovrà giungere per mezzo degli sforzi di persone come te, che puntano sulla possibilità di combinare la pratica della chiesa con lo spirito della scienza»¹⁰.

Parecchi anni dopo, in un contesto assai più drammatico, Dietrich Bonhoeffer scriveva: «È mai possibile che il Cristianesimo, un tempo iniziato in forma così rivoluzionaria, ora abbia sempre una tendenza conservatrice? E che ogni nuovo movimento debba aprirsi la strada senza la Chiesa, che la Chiesa sia sempre indietro di venti anni nel cogliere la sostanza di ciò che accade?»¹¹.

Pertanto, per non correre il rischio di essere ancora una volta in ritardo, davanti ai grandi progressi della genetica, dobbiamo porci una domanda importante: qual è l'atteggiamento che bisogna avere per comprendere il linguaggio di Dio? Vorrei dare solo qualche piccolo suggerimento circa l'approccio da tenere in questa ricerca, pur sapendo che saranno necessari lunghi approfondimenti per arrivare a qualche preliminare conclusione. E vorrei fare questo citando alcuni filosofi, teologi e scienziati.

In primo luogo, i dati della scienza vanno presi sul serio e ad essi ci si deve rivolgere con grande umiltà. Il fisico Paul Davies, che ha scritto vari libri sui rapporti tra scienza e religione, afferma: «Può sembrar strano, ma ho l'impressione che la scienza ci indichi la strada verso Dio con maggior sicurezza di quanto non faccia la religione. A torto o a ragione, ciò che è certo è che la scienza ha raggiunto oggi un punto in cui può affrontare seriamente questioni ritenute un tempo di ordine esclusivamente religioso»¹².

E John Polkinghorne, sacerdote oltre che fisico, sottolinea che: «L'inevitabile mistero della natura di Dio non deve tramutarsi in una licenza per fare su di Lui asserzioni irrazionali. La ragione ha i suoi limiti, ma non è qualcosa di cui beffarsi»¹³.

Vorrei a questo punto tornare a Leibniz. Leibniz e Newton litigarono su tutto e tra le loro discussioni vi fu anche quella sul ruolo di Dio nell'universo. Secondo l'inglese, Dio interveniva nell'universo per correggere alcune piccole imperfezioni nel moto dei corpi celesti. Leibniz argomentò che questo intervenire continuo di Dio nell'universo fosse un insulto alla perfezione divina, perché egli doveva correggere la sua stessa opera. «Il signor Newton e i suoi sostenitori hanno una curiosa idea dell'Agire divino. Secondo loro, Dio ha bisogno di ricaricare ogni tanto il suo orologio: altrimenti smetterebbe di funzionare. Egli non è stato abbastanza preveggenza da dargli un movimento perpetuo. Questa macchina di Dio è, secondo loro, così imperfetta che egli è obbligato a sgrassarla di tanto in tanto con un intervento straordinario e persino ad aggiustarla, come un orologiaio deve fare con la sua opera»¹⁴.

Allo stesso modo, sostituendo il mondo biologico ai moti dell'universo, non c'è assolutamente da sorprendersi che, ad esempio, nei complessi processi legati allo sviluppo embrionale di cui abbiamo brevemente parlato e che oggi vengono descritti in termini di geni, tutto sia per così dire automatizzato e autonomo. Piuttosto, ci sarebbe, con Leibniz, da stupirsi del contrario. Cosa ci dice di più sull'abilità di un ingegnere, una macchina semiautomatica che ha bisogno continuamente dell'intervento umano o piuttosto una strumentazione così perfetta da non richiedere alcun intervento?

Potremmo dire pertanto che è ingannevole seguire l'approccio dei buchi nella scienza. La scienza ha ovviamente un'infinità di buchi e sempre li avrà. Ma, onestamente, the «God of gaps», il Dio dei buchi è una scelta sbagliata. È un Dio in negativo, che si basa sulle incertezze, mentre c'è bisogno semmai di un Dio in positivo. Anche quello della scienza, non vi è dubbio, è un mondo adulto, e il linguaggio di Dio è per adulti. Dietrich Boenhoffer nel campo di concentramento a chi si lamenta dei bombardamenti e invoca Dio, riesce solamente a sussurrare: «dura solo dieci minuti».

Ancora vorrei citare Pierre Teilhard de Chardin, ad indicare non che quello che ha detto e scritto sia giusto o sbagliato, ma per sostenere che, invece di negare i problemi, è necessario affrontarli. «Per operare la sintesi attesa dalla nostra generazione tra la fede in Dio e la fede nel mondo, non c'è altro da fare che sviluppare dogmaticamente, nella persona del Cristo, l'aspetto e la funzione cosmica che lo costituiscono organicamente, principe, motore e direttore, "anima" dell'Evoluzione»¹⁵.

Teilhard è stato criticato sia da scienziati che dai teologi, eppure ha avuto gli elogi di personaggi come Julian Huxley, nipote di Thomas Huxley, e Theodosius Dobzhansky, autore della celebre affermazione «in biologia nulla ha senso se non in un contesto evolutivo». È tuttavia interessante che Teilhard abbia tentato una sintesi invece di rimuovere un problema.

Infine, vorrei ricordare che nella teologia cristiana vi è una ricca tradizione "apofatica", cioè negativa, che è rimasta maggiormente viva in Oriente che in Occidente. Essa sostiene che gli attributi di Dio possono essere definiti solo dicendo ciò che egli non è. Questa tradizione può essere fatta risalire a Paolo di Tarso. In una sua lettera sublime, dopo aver in poche righe dettato i principi che devono dirigere le nostre azioni, egli detta anche le regole per quello che dovrebbe essere l'atteggiamento corretto per la nostra indagine conoscitiva:

«Da bambino parlavo come un bambino, come uno di loro pensavo e ragionavo. Poi diventato uomo ho smesso di fare così. Ora vediamo Dio in modo confuso come in un antico specchio: ma quel giorno quando verrà ciò che è perfetto lo vedremo faccia a faccia. Ora lo conosco solo in parte: ma quel giorno quando verrà lo conoscerò come lui mi conosce»¹⁶.

Per concludere, c'è un grande bisogno di fare tabula rasa di molti pregiudizi e, come sempre, cercare di comprendere bene il nostro interlocutore prima di esprimere giudizi. Ovviamente non tutto quello che la scienza dice o le si fa dire è buono e giusto, ma alcune dei tratti distintivi del processo scientifico devono essere presi come punto di partenza per un'indagine spassionata. Tra questi vorrei sottolineare soprattutto l'apertura alle idee nuove e alle ipotesi ardite, il libero dibattito, la coscienza dei propri limiti e la provvisorietà delle conclusioni raggiunte, tutte caratteristiche che fanno della scienza un sistema dinamico. Dobbiamo prendere coscienza di quanto sia complesso il processo che giunge alla conoscenza e quanto problematico sia provare alcunché. E c'è la necessità di eliminare tutti i residui di antropomorfismo che spingono a farci pensare che Dio ragioni come noi, limitandoci a insistere su ciò che nel messaggio cristiano è veramente essenziale, tralasciando tutto ciò che pone all'uomo moderno balzelli intellettuali che egli non può più accettare.

Sangiorgi: Professor Boncinelli, il dottor Vezzoni ci ha fatto un excursus e ci ha raccontato fondamentalmente da quali posizioni nasce il progetto Genoma. Ora che però abbiamo nelle mani questa marea di informazioni, che cosa realisticamente possiamo fare? Che possibilità abbiamo effettivamente di poter utilizzare queste informazioni?

Boncinelli: Avere determinato la sequenza dei tre miliardi di letterine che compongono il Genoma umano è l'inizio di un'avventura, di un'epopea, non è certamente la conclusione. Ho già usato la metafora dell'essersi comprati un'enciclopedia: bellissima cosa, ma poi va letta; non dico tutte le voci, ma almeno quelle importanti. L'aver determinato la sequenza del Genoma è una cosa grandissima, enorme, ma è solo l'inizio. L'uomo è l'unica specie biologica che si è preoccupata di studiare se stessa e ha capito tante cose: per quanto riguarda la biologia, ha capito in cinquant'anni un numero impressionante di cose, compreso il segreto della vita; l'uomo si è sempre interrogato su che cosa distinguesse gli essere viventi dagli essere inanimati, perché questi entro certi limiti guarissero le proprie ferite, le proprie amputazioni e perché, arrivati sul più bello, facessero un organismo uguale a loro. Quello che sappiamo è che in ciascuna delle nostre cellule ci sono le istruzioni biologiche per fare un essere umano, per tenerlo in vita e per farlo riprodurre; abbiamo diecimila miliardi di cellule nel nostro corpo e ognuna di queste contiene il programma. Questa è assolutamente una cosa che distingue i viventi dai non viventi e permette ad una singola cellula di fare tutto quello che può fare.

Già abbiamo imparato tanto e se qualcuno seguisse quello che sta succedendo dovrebbe fare i salti mortali di gioia, rispetto a quello che sapeva sessanta o settant'anni fa. L'uomo però non si accontenta mai: ha messo in cantiere questo gigantesco progetto per vedere tutto l'insieme di queste istruzioni. Si sa da tempo che esse possono essere suddivise in un certo numero di capitoli di senso compiuto, che noi chiamiamo geni: saranno 30.000, 40.000 o 60.000; il patrimonio genetico probabilmente è suddivisibile in geni. Ci aspetta, con tanta pazienza, tanto lavoro e il compito di leggere tutte le voci di quest'enciclopedia. Pensiamo di avere la chiave di lettura, ma non è affatto detto che la possediamo nella sua interezza; distinguiamo, quindi, quello che mi aspetto sul piano conoscitivo da quello che mi aspetto sul piano applicativo.

Sul piano conoscitivo mi aspetto di trovare tre grandi compartimenti di geni diversi. Il primo è quello di cui sappiamo di più. Esistono dei geni potenti, o prepotenti se preferite, che fanno in prima persona certe cose, e che talvolta, quando le fanno male, sono guai. Se un certo gene non funziona come deve si è albini: poco male. Se un altro non funziona come deve, si è daltonici: anche qui poco male. Se un altro non fa quello che deve, i problemi possono crescere: intolleranza al latte, al glutine o malattie italiane gravissime come la talassemia, in cui se il gene della globina b non è fatto come deve si muore. Questo è il primo compartimento.

La nostra vita è fatta di cose più sfumate: altezza, peso, forma del naso e degli orecchi, intelligenza, volontà, disposizione ad avere questa allergia o quell'altra, a sviluppare un'ipertensione, una malattia cardiocircolatoria, oppure il genio. Questi sono caratteri che non dipendono dall'operato di un solo gene. Anche se ci trovassimo d'accordo sulla definizione di intelligenza, come possiamo mai pensare che a formare l'intelligenza non

contribuiscano almeno mille geni? E il linguaggio? Perché noi impariamo un linguaggio e lo sappiamo parlare senza che nessuno ce lo insegni? I geni di questo secondo compartimento saranno di gran lunga più interessanti: sono quelli che ci fanno essere quello che siamo, perché abbiamo le mani e i piedi e non quattro mani come gli scimmioni, non abbiamo il pelo sul corpo, non emettiamo certi grugniti; la natura dell'uomo non dipende probabilmente dai geni del primo compartimento, ma sottilmente dai geni del secondo, che sono immensamente più difficili da scovare e quindi da studiare. Fino a poco tempo fa non ci provava nessuno: adesso con i grandi calcolatori e con la disponibilità della sequenza dell'intero Genoma possiamo cominciare. Già qualcosa è successo: si è visto che 11 geni almeno cooperano alla predisposizione all'asma, 7-8 cooperano alla predisposizione al diabete; noi però vorremmo trovare anche la radice biologica delle caratteristiche e non solo quella delle malattie. Secondo me, il lavoro più interessante dei prossimi dieci anni sarà quello di evidenziare e dare un nome e un cognome ai piccoli geni che messi insieme fanno le grandi cose, patologiche e non. Sono quasi certo però che non basterà nemmeno questo: non credo che con lo studio dei geni del primo e del secondo finiremo la nostra esplorazione. Mi sembra difficile che già nel 2001 sappiamo leggere tutto quello che sta scritto nel nostro Genoma: sarebbe come dire che in fisica si sapeva tutto nel 1910 o 1920 o 1930; tutte le volte che qualcuno si è azzardato a dire che sapevamo già tutto si è accorto di essere in errore, perché questo doveva ancora avvenire. Quindi, do per scontato che in biologia dobbiamo imparare ancora tante cose, comprese alcune informazioni biologiche che non sappiamo nemmeno come sono scritte, e quindi non sappiamo nemmeno come cercare. La gente, ovviamente, è più interessata all'aspetto applicativo, ma sbaglia: tutti tengono alla salute, al benessere. Una cosa poi è il benessere materiale e un'altra il benessere interiore, ma il benessere materiale non fa male: fra vivere trent'anni di stenti e sessanta agiati c'è una certa differenza.

Le applicazioni pratiche saranno tante, la maggior parte delle quali imprevedibili. Voglio evidenziarne un paio, perché sono convinto che saranno il nocciolo del domani. Una discende direttamente da quello che ho detto dei geni del secondo compartimento, che controllano le nostre caratteristiche, le nostre patologie. C'è una parte comune a tutti gli essere umani o a quasi tutti, ma c'è una parte che distingue ogni individuo da un altro. Si sa che gli essere umani hanno delle differenze, piccole o grandi, che li distinguono; fino a poco tempo fa però erano chiacchiere, mentre adesso, studiando quei geni che fanno le piccole cose, si è cominciato a vedere dove stanno le differenze. Alcune non sono tanto piccole; nella maggior parte dei casi invece sono piccole, ma si accumulano; per esempio, la tendenza all'ipertensione o alle malattie cardiocircolatorie è fatta di tante piccole cose che distinguono uno da un altro. Tra poco però saremo in grado di fare una sorta di schema di queste caratteristiche. È chiaro che allora la medicina sarà un oggetto diverso da quello che è sempre stato, anche se ogni clinico coscienzioso ha sempre teso in cuor suo ad una medicina centrata sul paziente, individualizzata. Finora è stato abbastanza difficile, ma domani grazie a queste conoscenze, non tratteremo forse due persone in maniera completamente diversa, ma in certi casi sarà così. Quindi, una delle applicazioni più concrete e più reali dello sviluppo delle conoscenze accumulate con il progetto Genoma sarà la medicina individuale.

La seconda sarà relativa ai tumori. I tumori non sono eliminabili come le malattie infettive: derivano direttamente dal funzionamento delle nostre cellule; sono l'altra faccia della vita, il rovesciamento in negativo dei meccanismi che controllano la moltiplicazione delle nostre cellule. Noi non potremmo vivere se le nostre cellule non si moltiplicassero; qualche volta perdono la bussola e si moltiplicano troppo. Con l'allungarsi della vita media, i tumori saranno sempre più frequenti. Che cosa fare? Visto che l'uomo, dal 1977, conosce la natura del fenomeno tumorale e possiede alcuni strumenti, si tratta adesso di fare un gigantesco sforzo, non solo di biologia e di medicina, ma anche d'ingegneria e di applicazioni tecniche (mi riferisco alla TAC e alla risonanza magnetica). Il mio sogno è quello di arrivare a diagnosticare un tumore quando ancora è piccino. Fino a poco tempo fa li si diagnosticava quando erano molto grossi, e quindi molto pericolosi; già ora con alcune macchine li si riesce a diagnosticare quando sono di media grandezza; se noi riuscissimo a farlo quando sono piccoli, di poche migliaia di cellule, non sarebbero un problema. Gli strumenti biologici ci sono; si tratta di usarli amplificati 10.000 o 100.000 volte.

Naturalmente queste sono prospettive: ci vorrà tempo, lavoro, sostegno pubblico, non solo economico. Ci vuole anche un minimo di soddisfazione per chi fa queste ricerche: in questo momento nessun ragazzo in Italia s'iscrive alle materie scientifiche. Ci vuole una nazione che non voglia continuare a vivere a rimorchio delle altre nazioni: bisogna finanziare, ma anche stimolare e prendersi cura di chi ha deciso di dedicare la propria vita a

questi studi. Ci vorranno tempo e fatica, ma le prospettive di imparare molte cose ci sono. Tutta la società, soprattutto i giovani d'oggi, deve intervenire affinché le scoperte, che di per sé non sono né buone né cattive, vengano usate per scopi buoni.

Sangiorgi: Don Giussani, in *Affezione e dimora*, ha scritto: «Un uomo per forza è percorso, è shockato dalle evidenze. L'uomo infatti è colui che conosce, e uno conosce quando il riconoscimento di una realtà gli porta uno shock, un *affectus*».

Abbiamo qui due scienziati che hanno dedicato la loro vita a cercare di conoscere. Al dottor Vezzoni, che prima evidenziava un certo problema della Chiesa a stare di fronte alle cose, chiedo: questa posizione che esprime don Giussani, come se la ritrova dentro, nel momento in cui ha iniziato a lavorare al progetto Genoma e in tutti questi anni di lavoro?

Vezzoni: Sicuramente l'evidenza colpisce più del dubbio, in tutti i campi. Quello che a volte, invece, è dubbio è che la gente davanti all'evidenza sappia cambiare idea. Credo che dopo una certa età non si cambi più idea; per questo bisogna veramente prendere a modello la scienza, dove le idee superate vengono buttate via relativamente in fretta. Non voglio dire che il processo dell'acquisizione di una nuova ipotesi nella scienza sia sempre non traumatico e facile, ma prima o poi si verifica; almeno i giovani non hanno nessuna prevenzione ad accettare un'idea nuova perché più evidente. Certamente, siccome non siamo solamente razionali, uno shock ci fa cambiare idea più facilmente di un evento normale.

Sangiorgi: Professor Boncinelli, lei prima parlava di un qualcosa di personalizzato, ma l'anno scorso qui al Meeting abbiamo visto che i geni non potranno determinare la nostra vita e lei diceva che il nostro destino non è scritto nei geni: significa che i geni sono un dono, un'individualità particolare che descrive ognuno di noi, o qualcos'altro?

Boncinelli: Bisogna fare una distinzione che a me sembra semplicissima, ma che si fa molto di rado. Quando alcuni geni sono molto alterati c'è poco da fare: tutte le famiglie che hanno avuto uno o più ragazzi con malattie genetiche ereditarie sanno questa verità. Esistono alcuni geni che, se alterati in certe maniere, colpiscono la vita, l'intelligenza, limitano la libertà di realizzarsi; anche se, ad esempio, chiunque di voi conosca una persona affetta da talassemia sa che essere talassemici vent'anni fa era completamente diverso rispetto a oggi. Certe volte quindi i geni hanno, se non un potere di indirizzare la nostra vita, una sorta di potere di veto: se dicono che queste cose non le puoi fare, è inutile ricamarci sopra. Fortunatamente però se si mettono insieme tutte le malattie ereditarie di questo tipo non si raggiunge l'1,5% dei nati. In tutti gli altri casi, le persone non si trovano sotto il diritto di veto di particolari geni: a quel punto tutti gli altri geni cosa fanno? Posso usare tante metafore. Ad esempio, in un pezzo di marmo ci sono delle venature: lo scultore le può seguire o fare completamente di testa sua. Se le segue, il marmo si divide meglio nel posto in cui c'è una venatura, perché una venatura è un'impurità del marmo. Quello che lo scultore fa sul marmo, sulla nostra vita la fa la nostra esperienza: dove siamo nati, come siamo nati, cosa abbiamo mangiato, le malattie che abbiamo avuto, l'istruzione, gli incontri, le frustrazioni e anche le soddisfazioni. Gran parte della nostra vita è in mano nostra, avendo avuto questo ordito, questa trama suggerita dai nostri geni; non si devono però chiudere gli occhi sul fatto che per una certa percentuale, fortunatamente bassa, della popolazione i geni sono tiranni. Quindi se vogliamo essere equilibrati, occupiamoci a fondo dei geni tiranni e utilizziamo bene, lavorando come lo scultore, i geni che non lo sono.

Sangiorgi: Torniamo alla frase di san Paolo da lei citata, dottor Vezzoni: «Ora conosco solo in parte, ma quel giorno, quando verrà lo conoscerò come lui mi conosce». Quello che mi sembra interessante nel dialogo che ci deve essere fra scienza e cattolicesimo è che il contributo essenziale che può dare la Chiesa è quello della conoscenza del Mistero; molto spesso, infatti, ci si accorge che c'è una certa tendenza a voler determinare tutto fino in fondo. Quello che invece mi sembra evidente è che anche con la scoperta del progetto Genoma resta ancora molto da conoscere. Da cosa può nascere questa domanda, questa attenzione al Mistero che magari molto spesso viene trascurato?

Vezzoni: Definiamo il Mistero come una cosa che uno non riesce a spiegare: indubbiamente allora, nel momento attuale, la scienza è piena di mistero, perché ci sono molte cose che non sappiamo spiegare. Vorrei però sottolineare che non si può costruire nulla sul negativo: non dobbiamo dire che la scienza è incompleta perché non riesce a

spiegare tutto, ma dobbiamo costruire su quello che la scienza è riuscita a spiegare, dobbiamo lavorare in positivo. È chiaro che il nostro cervello è così limitato che non potrà mai sapere tutto; quello che importa, però, è che la nostra convinzione sia in accordo con i dati della scienza e non in contrasto con essi, perché con tutta probabilità in questo caso la nostra convinzione è sbagliata. Secondo me, troppo raramente si tiene conto del fatto che i dati della scienza sono tali che se vogliamo costruire la nostra visione del mondo dobbiamo trovarne una che sia perlomeno compatibile con essi. La questione della compatibilità non è una cosa che nella scienza non risulta mai: ogni volta che viene avanzata una nuova ipotesi, possono esserci delle ottime prove per sostenerla, ma molto spesso si dice che quest'ipotesi è compatibile con i dati che da questo momento conosciamo.

Sangiorgi: Per concludere, professor Boncinelli, in base a quella che è la sua esperienza e a quello che ci ha un po' raccontato prima, qual è il prossimo passo che lei si aspetta nell'immediato come possibile sviluppo, oltre a quello che lei diceva, nella conoscenza?

Boncinelli: È chiaro che ci si aspetta qualcosa di diverso, perché si è interessati a qualcosa di diverso; io, nonostante abbia cambiato continuamente mestiere, sono interessato al cervello, alla mente, a come funziona.

Negli ultimi vent'anni si è imparata una quantità impressionante di cose sul cervello; quindi, se dovessi dire che cosa vorrei sapere tra dieci o fra quindici anni, data la mia inclinazione naturale, direi come funziona il cervello. Ora poi non solo c'è la biologia, che è una scienza diventata ormai seria, ma esistono anche le neuroscienze, che ancora serissime non sono, ma ci stanno insegnando molte cose. La mia aspettativa personale è quindi di capire sempre meglio come funziona questa meravigliosa macchina che abbiamo dentro di noi. Più si sa e più si vorrebbe sapere, più si aprono orizzonti, più ci si pongono domande. Il vecchio Kant aveva già ottant'anni e diceva che la conoscenza è un processo asintotico: se questa è la realtà, la conoscenza ci si avvicina sempre più, ma non si toccano mai. Sapremo sempre di più, ci faremo sempre più domande, e mi auguro che avremo sempre più risposte, ciascuno a quello che gli interessa. A me personalmente piace capire gli esseri umani e mi aspetto d'imparare qualcosa di interessante in questo campo.

Sangiorgi: Vorrei solo rileggere quella frase di don Luigi Giussani, perché, come abbiamo sentito testimoniato da queste persone che hanno dedicato la loro vita alla conoscenza, questo è un aspetto che viene sempre fuori: «L'uomo infatti è colui che conosce, e uno conosce quando il riconoscimento di una realtà gli porta uno shock». Credo che noi dobbiamo sempre tenere presenti questi due aspetti: la domanda e l'attenzione alla realtà, che sono punti fondamentali per chiunque, ma soprattutto per una persona che fa scienza.

Note

¹ W. Paley, *Natural Theology, or Evidence of the existence and attributes of Deity collected from the appearance of nature*, Londra, 1802.

² R. Dawkins, *The Blind Watchmaker: why the evidence of evolution reveals a universe without design*, W.W. Norton & Company, 1986.

³ H. Driesch, *Le vitalisme*, Scientia 7:13-22, 1907. Versione italiana citata in B. Fantini, *La macchina vivente*, Longanesi, Milano, 1986, pag.84.

⁴ W. Paley, *Natural Theology*, vol I, pag.81 citato in C.A. Russel, *Science and religious belief*, The Open University Press, Londra, 1973, pag.185.

⁵ S. Bertuzzi et al., *The homeodomain protein vax 1 is required for axon guidance and major tract formation in the developing forebrain*, Genes Dev. 13:3092-3105, 1999.

⁶ G. Halder et al., *Induction of ectopic eyes by targeted expression of the eyeless gene of Drosophila*, Science 267:1788-1792, 1995.

⁷ F. Jacob, *La logica del vivente*, Einaudi, Torino, 1971, pag.10.

⁸ J. Monod, *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Seuil, Paris, 1970. Edizione italiana, *Il caso e la necessità*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1970, pag.143.

⁹ A. Camus, *Le mythe de Sisyphe*, Gallimard, Paris, 1942. Edizione italiana, *Il mito di Sisifo*, Bompiani, Milano, 1980. La citazione è la chiusa del libro pag.121.

¹⁰ Citato in R.W. Clark, *The survival of Charles Darwin: a biography of a man and an idea*. Random House, New York, 1984, pag.137. La traduzione italiana è presa da H. Hellman, *Le dispute della Scienza*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 1999.

¹¹ D. Bonhoeffer, *Fedeltà al mondo*, Queriniana, Brescia, 1995; 2, 20.

- 12 P. Davies, *Dio e la nuova fisica*, Mondatori, 1984, pag.11. L'edizione inglese è dell'anno precedente.
- 13 J. Polkinghorne, *Scienza e fede*, Mondatori, Milano, 1987, pag.56. L'edizione inglese è dello stesso anno. Tutto il libro citato, come altri da lui scritti, si muove sulla linea del confronto tra scienza, filosofia e religione.
- 14 W. Leibniz, *Lettre à M.me la Princesse de Galles*, Novembre, 1715.
- 15 P. Teilhard de Chardin.
- 16 Prima lettera di Paolo ai Corinzi, vv. 10-12.