

*Systema Naturae*, 2001, Vol. 3, pp. 9-41

## **LA BIOLOGIA TEORICA IN ITALIA**

TAVOLA ROTONDA SUI TENTATIVI DI ISTITUIRE CENTRI DI BIOLOGIA TEORICA IN ITALIA ORGANIZZATA IN OCCASIONE DEL SECONDO CONVEGNO DELLA ASSOCIAZIONE ITALIANA DI BIOLOGIA TEORICA.

*Siena, Accademia dei Fisiocratici, 22-24 Settembre 2000.*

*Organizzazione e trascrizione a cura di:*

Roberto Fondi

*Dipartimento di Scienze della Terra*

*Via Laterina 8, 53100 Siena*

*e-mail fondi@unisi.it*

Roberto FONDI	<i>Discorso di apertura</i>
Giulio BARSANTI	<i>Premessa storica</i>
Giulio BARSANTI	<i>L'esperienza di VENEZIA</i>
Anna GARBESI	<i>Il tentativo di LIQUORI</i>
Paolo FREGUGLIA	<i>L'esperienza di PISA</i>
Alberto SIMONETTA	<i>L'esperienza di FIRENZE</i>
Ferdinando BERSANI	<i>L'esperienza di BOLOGNA</i>
Lucio PIANTANELLI	<i>L'esperienza di ANCONA</i>
Barbara CONTINENZA	<i>L'esperienza di ROMA</i>
Marcello BARBIERI	<i>Il progetto di SAN MARINO</i>
DISCUSSIONE	

### **Roberto FONDI - Discorso di apertura**

L'Associazione Italiana di Biologia Teorica si è legalmente costituita nel 1997 con il preciso scopo di colmare un vuoto nel panorama culturale del nostro Paese. Prima della sua costituzione, non è che non esistessero gruppi di validissimi studiosi interessati a questa disciplina e disposti a incontrarsi più o meno periodicamente per dibattere sui problemi di natura teorica della Biologia: ce n'erano sicuramente, e sarà sufficiente ricordare, a questo proposito, il "Gruppo di Osaka per lo Studio delle Strutture Dinamiche",

con la sua bilingue Rivista di *Biologia/Biology Forum*, nonché quelli che hanno dato vita agli annuali “Incontri Italiani di Biologia Evoluzionistica” (l’ottavo si è tenuto quest’anno a Torino), e quelli che si sono svolti presso la “*Domus Galilaeana*” di Pisa e nella rocca aldobrandesca di Arcidosso. In questa Tavola Rotonda avremo il piacere di ascoltare dalla voce dei loro stessi rappresentanti le esperienze e i risultati finora acquisiti da questi gruppi. Credo tuttavia di rendere giustizia alla verità se faccio notare che, in quei casi, si è trattato sempre di iniziative informali: quasi si avesse timore di dare il crisma dell’ufficialità istituzionale ad una disciplina che – a differenza della Fisica Teorica – era difficile da definire, non aveva un significato univoco e che, forse proprio per questo motivo, nell’ambito accademico neppure esisteva. Per qualcuno, infatti, la Biologia Teorica doveva avere lo scopo di produrre nuove teorie o paradigmi, più o meno orientati in senso “strutturalista”, per qualcun altro doveva puntare verso la multidisciplinarietà, per altri doveva essere una scienza adibita a fornire modelli matematici, e per altri ancora una disciplina proiettata in senso umanistico e non escludente neppure l’ambito teologico.

Il nostro punto di vista era diverso. A noi non importava molto che la Biologia Teorica non avesse per tutti il medesimo significato. Eravamo animati soltanto dalla duplice convinzione che (1) i fenomeni biologici, nella loro straordinaria complessità, rimangono ancora in gran parte sconosciuti e pertanto richiedono di essere studiati e dibattuti in maniera approfondita da ogni direzione e punto di vista possibile, veramente a 360 gradi, e (2) che per arrivare a tanto era indispensabile, da parte dei vari specialisti, decidersi a incontrarsi periodicamente con l’intento veramente di capire e di farsi capire. Non intendevamo metterci contro nessuno, però non potevamo condividere atteggiamenti di base secondo i quali i meccanismi fondamentali della vita e della sua evoluzione sarebbero attualmente non soltanto compresi nelle loro linee generali, ma perfino identificati con precisione in processi già noti. Questo atteggiamento, che smorza o rende superfluo in partenza qualsiasi impulso ad ulteriori approfondimenti, ci sembrava non solo dogmatico ma in taluni casi perfino arrogante. Credo invece che in Biologia siano ancora molti i problemi aperti e per i quali è dunque necessario trovare la volontà e il tempo di dedicarvi riflessioni, approfondimenti e, all’occorrenza, ricerche e programmi di ricerca miranti a risolverli. L’istituzione, in maniera legale e “ufficiale”, di una Associazione di accademici e studiosi impegnati a discutere e ad approfondire i problemi tuttora aperti della Biologia, mirava appunto

a soddisfare queste esigenze. Concluderò esprimendo una convinzione strettamente personale: a parer mio, nuovi e sostanziali progressi nel campo della Biologia Teorica potranno essere fatti soltanto dopo che avremo imparato a liberarci del cosiddetto “buon senso”, come fin dall’anno 1900 hanno fatto i fisici. Che un elettrone possa comportarsi talvolta come un corpo “duro” e talaltra come una manifestazione ondulatoria è e rimane un fatto del tutto contrario al comune buon senso. Ma alla natura non importa assolutamente nulla di quello che noi valutiamo come “buon senso”. Essa procede secondo le proprie leggi e a noi tocca soltanto di cercare di venire a capo di queste ultime con grande umiltà e con tutti i mezzi conoscitivi di cui la natura stessa ci ha dotato. E dopo questa riflessione, che spero mi vogliate concedere, dichiaro aperti i lavori della Tavola Rotonda e cedo senz’altro la parola al primo relatore.

### **Giulio BARSANTI – Premessa storica**

La biologia nasce, come scienza autonoma, negli anni a cavallo fra Sette e Ottocento: quando viene coniato il neologismo stesso di biologia (da Lamarck e Treviranus indipendentemente e quasi contemporaneamente), la biologia si libera da quella che Venel aveva chiamato «la sovranità della fisica», se ne libera adottando una terminologia, definendo un quadro concettuale, individuando strategie euristiche e ricorrendo a principi esplicativi suoi propri, concepisce la sua prima, grande ipotesi di lavoro (la teoria dell’evoluzione) e già si presenta in una veste che è ancora - mutatis mutandis - quella attuale. In uno scritto del 1800 Lamarck la definisce infatti come «un insieme di considerazioni sulla natura, le facoltà, gli sviluppi e l’origine dei corpi viventi»: per «natura» intendendo la morfologia, per «facoltà» la fisiologia, per «sviluppi» l’ontogenesi e per «origine» la filogenesi.

Nel corso dell’Ottocento la biologia si afferma nel panorama delle scienze «positive» (anche per opera di filosofi come Comte) e i biologi si specializzano testimoniando di muoversi su un terreno ormai consolidato. A giudizio di Edmund Wilson, che nel 1901 traccia un bilancio dei progressi della biologia ottocentesca, essi fanno ormai tre diversi ‘mestieri’: quello di «cacciatori di cimici» (i naturalisti che guardano all’organismo nella sua interezza, e in relazione col suo ambiente), quello di «affettatori di vermi» (i morfologi di laboratorio, gli sperimentalisti che lavorano sul vivente

prescindendo dalla sua vita reale) e quello di «sbattitori di uova» -coloro che si occupano di fisiologia con un approccio chimico-fisico. Ebbene vorrei richiamare l'attenzione sul fatto che molti problemi della biologia vengono sollevati precedentemente non solo alla sua parcellizzazione ma anche alla sua costituzione come scienza autonoma.

Consideriamo lo stesso dibattito sull'evoluzione. La prima teoria scientifica - empiricamente controllabile - dell'evoluzione è quella lamarckiana, esposta per la prima volta nel 1800, ma v'è una lunga preistoria di controversie sulle modificazioni delle specie, che risale quantomeno alla seconda metà del Seicento – quando Maillet scrive il *Telliamed*. E se quelle controversie le allarghiamo ai dibattiti sulle «metamorfosi» e sulle «trasformazioni» della natura vivente, scopriamo che il problema è stato dibattuto fin dall'Antichità classica. Ed ha una storia relativamente lunga anche la questione specifica su cui recentemente gli evoluzionisti hanno concentrato l'attenzione, ovvero la possibilità che si debba far riferimento a più meccanismi diversi, distinguendo quantomeno l'evoluzione dei microorganismi, l'evoluzione delle piante e l'evoluzione degli animali (che fu il titolo dell'Incontro Italiano di Biologia Evoluzionistica svoltosi l'anno scorso), e che tali meccanismi siano non mono- ma multi-fattoriali (ciò su cui ha recentemente insistito, con particolare energia, Gould). Si tratta infatti di un discorso già avviato da Lamarck, che ebbe a distinguere due evoluzioni: l'una per le piante e gli animali «apatatici», caratterizzata da influenze dirette dell'ambiente, l'altra per gli animali «sensibili» e quelli «intelligenti» -filtrata invece dalle dinamiche comportamentali e fisiologiche. La questione venne poi ripresa da Darwin, che giunse a distinguere tre evoluzioni: quella delle piante, per sola selezione naturale; quella degli animali, per selezione naturale ed eredità dei caratteri acquisiti con l'uso e il disuso, e infine quella dell'uomo, in cui svolge un ruolo importante anche la selezione sessuale. Operiamo oggi in una congiuntura intellettuale che si presenta come una felicissima stagione di proliferazione di paradigmi alternativi: selezionismo, neutralismo, equilibri punteggiati, sviluppo canalizzato, eredità epigenetica, teorie «semantiche» dell'evoluzione. Dobbiamo introdurvi i nostri studenti, con i quali tendiamo invece, solitamente, a semplificare gli elementi del dibattito e a smussare le asperità della discussione.

V'è poi il grande dibattito sulle classificazioni, che comincia almeno con Aristotele e passa per quell'infuocata controversia che vide scontrarsi, a metà Settecento, Linneo e Buffon: il primo che procedeva risolutamente

verso una ponderazione differenziale dei caratteri, il secondo che tentava una sorta di fenetica ante litteram. La tassonomia è il luogo in cui vengono operate scelte di campo che sono fra le più delicate e impegnative all'interno della biologia teorica. E v'è il dibattito sulla complessità, che esiste da che esiste la biologia: poiché questa si è emancipata dalle scienze fisiche proprio quando (e perché) medici e naturalisti presero atto (nella seconda metà del Settecento: scoperte la partenogenesi degli afidi, la possibilità di rigenerazione di parti amputate, le leggi della contrattilità muscolare, l'abiosi) che i fenomeni vitali non sono comprensibili coi soli strumenti offerti da quelle scienze. Essi tentarono allora una (laboriosissima) interpretazione della loro irriducibile complessità, nella quale –fa piacere ricordarlo- svolsero un ruolo importante i ricercatori italiani, fra i quali val la pena di ricordare almeno Gallini e Tomassini. Questo dibattito non s'è mai spento, e per lunghi periodi ha monopolizzato la discussione. Del resto, negli stessi anni in cui Lamarck sosteneva che i fenomeni vitali non sono riconducibili ai processi chimico-fisici Cuvier affermava, sull'altra sponda, che quelli non sono «di tipo diverso» da questi e che era senz'altro prematuro dichiarare il fallimento degli approcci riduzionistici. «Si avrebbe torto» - egli scriveva - «se ci si appoggiasse all'inutilità degli sforzi sin qui fatti dai fisici, nel tentativo di assimilare i fenomeni biologici a quelli fisici, per concludere che i fenomeni biologici sono di un altro tipo». Dunque bisognava, a suo giudizio, concedere ancora tempo alle scienze fisiche e non interrompere gli approcci 'dal basso': ciò che è avvenuto, alimentando un dibattito che si è progressivamente infuocato.

Speculare ad esso, v'è poi il dibattito sui rapporti delle scienze della vita con quelle cognitive, umane e sociali. E' la macro-area dei 'prolungamenti superiori' della biologia, che concerne la fattibilità di una psico-biologia (e ricordo, a questo proposito, che già nel 1802 Cabanis affermava che le idee sono una secrezione del cervello), la fattibilità di una socio-biologia (che si è imposta con Darwin e nel social-darwinismo ha trovato la sua prima espressione; con una particolarissima soluzione del problema dei rapporti intercorrenti fra evoluzione biologica ed evoluzione culturale) e la fattibilità di una bio-etica. Non v'è bisogno che mi soffermi sull'importanza di questa macro-area della biologia teorica: mi limito a ricordare il gustoso episodio che segnò forse l'inizio della discussione nell'età moderna. Quando si scoprì, nel 1740, che da un'Idra se ne potevano ottenere, spezzettandola, molte altre, e tutte perfettamente 'funzionanti', ci si chiese che cosa avvenisse della sua anima; e qualche naturalista azzardò di ipotizzare

che anch'essa si riproducesse - in qualche modo - spezzettandosi. Ma dal momento che si può spezzettare solo ciò che è materiale, e che non era affatto ortodosso pensare che l'anima fosse una realtà materiale, i gesuiti sentirono puzzo di eresia e reagirono in modo tanto duro quanto scomposto, ed emblematico della congiuntura intellettuale dell'epoca: i naturalisti - ammonirono pubblicamente sul periodico della Compagnia - dovrebbero «tacere i dubbi e non occuparsi della questione» perché non sono autorizzati a farlo. Ma il monopolio teologico dell'etica s'era ormai incrinato.

E naturalmente vorrei sottolineare che nell'ambito della biologia teorica dovrebbero trovare posto, e avere un ruolo non secondario, la storia e la filosofia delle nostre discipline. Anch'esse hanno una lunga e prestigiosa tradizione di ricerca: val la pena di ricordare che fu Cuvier a scrivere la prima storia delle scienze naturali (1841-1845), e Blainville a stendere quella delle scienze biologiche (1845). Così come val la pena di ricordare l'esito del primo convegno del Gruppo Italiano di Storia della Biologia, dedicato a «Le rivoluzioni nelle scienze della vita» (1990). Volevamo verificare quanto potevano realmente servire, agli storici, le categorie degli epistemologi - in particolare quelle, kuhniane, di «scienza normale» e di «rivoluzione scientifica» appunto - e ci trovammo, sbalorditi, a contestare tutti quelle categorie e a far uso tutti di altri concetti, alternativi e incompatibili con quelle: documentando così che la specificità della biologia si manifesta anche al livello storiografico-epistemologico.

Il tempo non consente di accennare ad altri ambiti della biologia teorica che - come quello concernente le biotecnologie - si sono più recentemente configurati e imposti all'attenzione. Chiudo pertanto qui questa mia introduzione alla Tavola rotonda, esprimendo una convinzione che spero sia condivisa: ed è che se queste macro-aree della biologia teorica (l'evoluzione, la tassonomia, la complessità, i rapporti con le scienze matematiche, fisiche e chimiche, quelli con le scienze cognitive, umane e sociali, la storia e la filosofia della biologia, le biotecnologie...) sono state coltivate, nel corso della storia, con impegno e con intensità diversi (poiché via via ci si è concentrati su certi ambiti, piuttosto che su certi altri), penso che oggi commetteremmo un gravissimo errore se ci concentrassimo solo su alcuni settori. Auspico una distribuzione delle forze che ci consenta di realizzare, collettivamente, un approccio integrato a tutti questi ambiti. Purtroppo non mi sembra che ci siamo messi nelle migliori condizioni per farlo, poiché abbiamo lasciato che scomparisse il raggruppamento E02C

(dove stavano, fra l'altro, la Biologia generale, la Biologia evolutivista, la Biogeografia, la Storia della biologia...) e che questi settori non ricomparissero in alcuna declaratoria dei nuovi raggruppamenti. Così, per esempio, la mia materia è scomparsa: almeno nel senso che era una E, con una sua dignità e una precisa funzione (almeno sulla carta) all'interno degli insegnamenti biologici, ed è diventata (e solo indirettamente) una M, cioè un insegnamento di qualche rilievo solo all'interno di quelli letterari. Mentre i fisici hanno mantenuto il settore di Didattica e storia della fisica, e i medici hanno riservato un intero settore alla Storia della medicina. E al di là dell'infelice metamorfosi della Storia della biologia: mentre i matematici hanno concluso tutte e dieci le loro declaratorie affermando almeno che ogni loro settore si occupa anche di «tutti gli aspetti istituzionali della matematica di base», noi non siamo stati capaci di prevederne uno solo che, magari anche solo genericamente, prevedesse di anche solo sfiorare, per esempio, «gli aspetti teorici delle scienze biologiche». Non è una questione solo formale, e mi sembra che costituisca un grave passo indietro. Ma spero, ovviamente, di essere smentito da questo dibattito.

### **Giulio BARSANTI - L'esperienza di VENEZIA**

Alfonso Maria Liquori non è potuto intervenire e non può essere sostituito. Tuttavia, poiché non possiamo non rendere omaggio in qualche modo alla sua creatura, che credo sia la prima istituzione italiana dedicata programmaticamente alla Biologia Teorica, cercherò di farlo io - mi prendo questa responsabilità - utilizzando due documentazioni gentilmente fornitemi da Marcello Barbieri. Si tratta di documentazioni datate, ma forse ancor più interessanti proprio per questo. Tengo in ogni caso a precisare che non farò nulla di più o di diverso dalla semplice citazione di questi materiali.

La prima documentazione è dedicata al Centro Internazionale di Biologia Teorica, istituito appunto da Liquori a Venezia nel 1986 ed il cui «manifesto» fu pubblicato su *Biologica* nel 1988. Me ne servo per ricordare gli obiettivi che fin dalla sua fondazione il Centro si era prefisso.

«Scopo principale del Centro Internazionale di Biologia Teorica è quello di promuovere e attuare ricerche nei settori più avanzati della biologia contemporanea con approcci interdisciplinari prevalentemente teorici. E' in corso di progettazione un'unità di bioinformatica e di biocomputing attrezzata con strumenti di calcolo e rappresentazione videografica

molto avanzati per lo studio di strutture biologiche sia dal punto di vista informazionale che spaziale. Presso tale unità saranno naturalmente disponibili le più aggiornate banche-dati internazionali oggi esistenti relative sia alle strutture primarie che alla conformazione spaziale di acidi nucleici, proteine e strutture-modello. L'unità potrà così anche svolgere un parziale servizio per ricercatori di altre istituzioni e organizzazioni di ricerca. Allo stesso tempo, il Centro sta progettando un'unità di biocristallografia. Questa consisterà in un laboratorio di tecnologie avanzate di diffrazione per lo studio di strutture biomolecolari: proteine, acidi nucleici e loro complessi e sistemi-modello, biomembrane e modelli. Tale unità verrà localizzata a Trieste, in stretto collegamento con...» ecc. ecc..

Le linee di ricerca. «Il Centro si propone di conseguire risultati originali in settori avanzati della biologia contemporanea e di diffonderli secondo la classe scientifica internazionale, sotto forma di rapporti, relazioni ed articoli scientifici su riviste internazionali. La libera circolazione di idee, programmi e risultati scientifici sarà una caratteristica del Centro. In nessun caso sono previste forme di protezione brevettuale di qualsiasi tipo. L'attività di ricerca inizialmente sarà indirizzata verso i seguenti ambiti di studio: 1°) evoluzione molecolare dei geni e delle proteine in relazione all'evoluzione degli organismi; 2°) evoluzione prebiotica (origine chimica della vita); 3°) evoluzione di virus; 4°) termodinamica di equilibrio e di non-equilibrio di micro- e macrosistemi di interesse biologico; 5°) modelli matematici e fisico-chimici dell'azione nervosa e di reti neurali; 6°) analisi conformazionale di macromolecole biologiche e delle loro interazioni; 7°) studi informazionali sui sistemi di interesse biologico; 8°) analisi e modelli matematici della struttura primaria di geni e proteine; 9°) modelli di trasporti ionici e molecolari attraverso membrane biologiche e sistemi modelli; 10°) teorie bioenergetiche; 11°) teoria dei sistemi immunitari; 12°) teorie e modelli della differenziazione; 13°) epistemologia, storia ed etica della biologia contemporanea».

Il secondo documento è un'intervista rilasciata a L'Espresso nel 1987. Il giornalista chiede a Liquori che cosa lo ha indotto a creare il Centro. «Vede,» spiega Liquori, «io ho lavorato sempre all'interno di strutture di ricerca pubbliche e sono convinto che il blocco di cui oggi soffre la ricerca italiana sia dovuto al pantano di burocrazia in cui affogano l'Università e tutti gli enti di ricerca. C'è bisogno invece di deregulation e fantasia. Quello che manca molto spesso è la riflessione teorica e l'aggancio ai grandi problemi della ricerca internazionale. Per questo ho pensato che una

struttura priva di vincoli burocratici e indirizzata esclusivamente al lavoro teorico dovrebbe portarci fuori dalla situazione di stallo in cui ci troviamo». A Venezia - chiosa il giornalista - gli studiosi non troveranno laboratori, ma un luogo di incontro, una struttura agile e un ambiente cosmopolita. «Gli unici strumenti», proseguiva Liquori, «saranno i computers, indispensabili per l'impostazione del lavoro e per l'accesso alle basi di dati internazionali». In ultimo viene ricordato che il Centro fece la sua prima uscita pubblica nel giugno 1987 con un grande convegno dedicato alle responsabilità morali della ricerca scientifica. Mi spiace, ma io più di così non mi azzardo di fare. Chiedo pertanto se qualcuno dei presenti può e vuole integrare questo mio modestissimo omaggio documentario.

### **Anna GARBESI – Il tentativo di LIQUORI**

Essendo io forse l'unica persona tra le presenti che ha in qualche modo partecipato all'esperienza veneziana di Liquori, se questo dibattito non deve essere soltanto un'occasione per ricordare vecchi commilitoni, ma soprattutto una fonte di informazioni circa le intenzioni di iniziative, il loro svolgersi e le loro conclusioni (se si sono concluse), nonché un tentativo di trarne qualche utile indicazione o insegnamento, mi asterrò - data l'assenza del principale protagonista - dal dire alcune cose che io penso ma che non ritengo né significative né utili in questa sede. Una cosa, però, vorrei dirla: tuttora non so quando, come e perché l'esperienza di Liquori si è conclusa. E questo lo considero un fatto interessante. L'elenco degli argomenti di cui il Centro avrebbe dovuto occuparsi, che è notevole e molto vasto, basta da solo a evidenziare la straordinaria personalità di Liquori, caratterizzata da grandissimi e vastissimi interessi, da grandi curiosità e da grande fiducia nella possibilità di realizzarli. Nello stesso tempo, però, specialmente quando si è arrivati ad una certa età, si impara - magari con rabbia - che vi sono limiti netti tra ciò che sarebbe bene si potesse fare e ciò che è realmente fattibile. Io credo che questo sia stato uno dei problemi con cui l'esperienza di Liquori ha dovuto scontrarsi. Ripeto che non so quando questa si sia conclusa. Forse è stato attorno al '93-'94. Sono comunque convinta che tale conclusione sia legata al venir meno di una opportunità che inizialmente era presente almeno come progetto, ossia il trasferimento del Centro in edifici esistenti nell'Isola di S. Servolo. Per tutto il tempo in cui io l'ho frequentato, infatti, il Centro era situato

in Campo S. Stefano presso la sede dell'Istituto Veneto di Arti, Scienze e Lettere. L'unico strumento per il calcolo che io ho visto in tale sede era un computer con una stazione grafica di quelle tradizionali, e questo si trovava in un piano terra ubicato leggermente sotto il canale: per cui c'era sempre un'umidità terrificante. Racconto queste cose perché prima o poi, purtroppo, si devono fare i conti anche con i mezzi. Un secondo problema con cui l'esperienza di Liquori ha dovuto scontrarsi era legato alla necessità di disporre – e Alfonso puntava a questo obiettivo in maniera particolare – di un nucleo non grande ma stabile di giovani che lavorassero a turni nel Centro. Gli ultimi due problemi li vedo connessi a esperienze personali. Conobbi Liquori quando ero studentessa, ma lo incontrai di nuovo nel convegno sulla responsabilità morale organizzato dal suo Centro, in occasione del quale ebbi modo di conoscere anche Lewis Wolpert. Quella fu un'iniziativa notevole, ma in seguito - a mia memoria - non ce ne sono state più altre analoghe. Ritengo che anche questa sia stata una carenza, perché pure in assenza di mezzi materiali per dar vita a gruppi di ricerca, l'aver mantenuto un discorso attivo sarebbe stato importante. Finalmente, ho lavorato assieme a Liquori nell'ambito di un suo progetto di ricerca su un'ipotesi di codice genetico primitivo che si muoveva nella linea di un'interazione diretta tra amminoacidi e polinucleotidi: un lavoro che non ci ha portato al di là della sintesi di una serie di oligonucleotidi ciclici, ma dal quale ho tratto in ogni caso un grande stimolo culturale. Ma il punto più grave era che non c'era nessuno che eseguisse misure chimico-fisiche. Alfonso alla fine sbottò: «Le faccio io!». E io rispondevo: «Ma no! Tu non le fai! Ma dove vuoi farle?» E lui a insistere: «Le faccio io!». La tenacia di Liquori è uno dei lati affascinanti della sua personalità, tuttavia non è servita a modificare la realtà che né lui, né nessun altro ha potuto fare quelle misure. Insomma, proprio perché si trattava di una magnifica iniziativa, è veramente un peccato che l'esperienza di Venezia sia finita così e che accanto ad Alfonso non ci fosse qualcun altro con i piedi più per terra.

### **Paolo FREGUGLIA - L'esperienza di PISA**

L'esperienza del gruppo di Biologia Teorica pisano è iniziata circa 15 anni fa con un seminario organizzato da Giovanni Prodi ed avente come tema centrale la complessità; e poiché i più recenti sviluppi della matematica si

sono indirizzati in modo determinante allo studio dei fenomeni complessi (basti pensare ai sistemi dinamici, alle teorie legate alla non-linearità e al caos, ai sistemi complessi e via di seguito), la maggior parte dei componenti del nostro gruppo si è rivolta verso questa specifica direzione fin dalla nascita del gruppo stesso. Questo, pertanto, è composto in prevalenza da matematici e da fisici interessati ai sistemi biologici, sebbene - ovviamente - non vi manchino i biologi puri. All'inizio ci siamo incontrati regolarmente un sabato sì e uno no; poi le nostre riunioni si sono fatte più diluite, ampliandosi tuttavia ad una stretta collaborazione con la «Domus Galilaeana» (in vista del progetto ambizioso voluto dal Presidente di questa, Vincenzo Cappelletti, di individuare e sottolineare il ruolo che la Storia delle Scienze ha nei programmi di ricerca scientifica), con il CISC (Centro Interdipartimentale per lo Studio dei Sistemi Complessi, che riunisce quasi tutto l'ex gruppo Volterra) e con colleghi di altre sedi universitarie quali Firenze (ad es. Buiatti e Barsanti), Bologna (ad es. Turchetti e Bazzani) e Urbino (ad es. Capasso, Beretta e Iannelli). Il nostro obiettivo è di sviluppare un paradigma che si ponga in parallelo con quanto è accaduto in Fisica, malgrado le profonde differenze esistenti tra questa disciplina e la Biologia. Così come esistono una Fisica Sperimentale, una Fisica Teorica e una Fisica Matematica, per noi devono esistere anche una Biologia Sperimentale, una Biologia Teorica e una Biomatematica. Siamo ben consapevoli del fatto - particolarmente messo in evidenza da Edoardo Boncinelli, fisico di formazione - che mentre la Fisica si è sviluppata da Galileo in poi con l'apporto determinante della Matematica, la Biologia si è sviluppata magnificamente pur senza questo apporto; per cui verrebbe quasi spontaneo domandarsi se la Biomatematica, come la Fisica matematica, debba essere una disciplina per soli matematici oppure debba estendersi anche ai biologi. Comunque sia, noi aspiriamo a realizzare un'équipe che sia in grado di lavorare - su un tema, su un esperimento, su quello che volete - avendo a sua disposizione il biologo sperimentale, il matematico modellista, il biologo teorico e così via. Le tematiche fondamentali sulle quali il nostro gruppo ha lavorato e sta lavorando riguardano: l'assiomatizzazione delle teorie biologiche secondo l'approccio di De Giorgi, il grande matematico italiano recentemente scomparso; modelli matematici tout court, come quello proposto da Prodi e da Paola Cerrai per il moto dei Batteri; la termodinamica generalizzata, alla quale si è particolarmente rivolto Buiatti; la Storia e la Filosofia della scienza. I lavori sulle tematiche summenzionate vengono poi presentati ogni due

anni in convegni organizzati dal Comune di Arcidosso presso il Monte Amiata: convegni il prossimo dei quali - il quarto - avrà luogo nel 2001 e si intitolerà «Metodi e modelli per la conoscenza della natura».

Presso l'Università di L'Aquila, ove insegno Istituzioni di Matematica per biologi, non soltanto è stato possibile ottenere l'inserimento nel 3° anno di un piccolo modulo (32 ore) di Elementi di Biomatemática, ma vi è anche buona disponibilità per un eventuale inserimento nell'ambito del biennio successivo di un modulo di Elementi di Biologia Teorica (malgrado ancora non si sappia chi possa coprirlo).

### **Alberto SIMONETTA - L'esperienza di FIRENZE**

L'esperienza fiorentina può dividersi allo stato attuale in due fasi distinte. La prima fase ha riguardato precisamente le iniziative di Buiatti nell'ambito del problema in cui ci siamo sempre mossi, che è quello di attirare un certo numero di studenti nella problematica più teorica e più generale delle Scienze Naturali e della Biologia in particolare. Anni fa, Buiatti era riuscito a ottenere dal Corso di laurea in Scienze Biologiche che venisse previsto un indirizzo a carattere biologico-teoretico; tuttavia la cosa non è mai stata attivata: sia per motivi tecnici di disponibilità di personale, sia perché i colleghi del corso di laurea si sono progressivamente orientati verso un tipo di preparazione degli studenti larghissimamente orientata nel senso delle biotecnologie, della biologia paramedica e così via. Anche nei progetti che sono stati presentati per le classi di laurea triennali quelli che noi tradizionalmente chiamiamo «aspetti naturalistici» vengono a essere largamente sacrificati. Questo a noi di Scienze naturali ha fatto un grande piacere perché in questo modo sono state evitate sia la sovrapposizione di competenze che la concorrenza con Scienze Biologiche, con un vantaggio reciproco per entrambi i corsi di laurea. Al medesimo tempo, ci siamo preoccupati di muoverci sempre con i piedi bene per terra ed attivando tre indirizzi di studio: uno che era di conservazione della natura e delle sue risorse; uno che era di tipo museologico-didattico, mirato cioè prevalentemente alla tradizionale preparazione degli studenti di Scienze Naturali; e uno che avevamo battezzato «Evoluzione dei sistemi naturali». Con l'ultimo di questi tre indirizzi abbiamo avuto una piacevole sorpresa, in quanto ci aspettavamo di avere non più di 3-4 studenti, e invece ne arrivano normalmente 15-16. A questo punto, in vista della riorganizzazione cui

dobbiamo far fronte, la nostra progettazione è stata così articolata: il triennio sarà diviso in due, con da un lato un indirizzo di conservazione della natura (in cui la parte di Biologia teorica è estremamente marginale) e, dall'altro, un indirizzo generale.

L'indirizzo di conservazione della natura prevede di formare giovani che abbiano un primo livello di tipo esecutivo, un secondo livello di master di un anno (in modo da lasciare loro la possibilità di avere entro 4 anni un certo tipo di professionalizzazione, anziché un operativo di livello superiore come potrebbe essere un dirigente o un coordinatore di ricerche in un Parco Nazionale) e, finalmente, un terzo livello biennale per la formazione di un ricercatore nel campo delle Scienze Naturali applicate alla conservazione. E' chiaro che nel terzo livello interverrà, per esempio, il dibattito sulla specie o altre cose del genere, in quanto questi problemi di sistematica non potranno non avere riflessi precisi in tale direzione.

Per quanto riguarda, invece, l'indirizzo più generale, di carattere museologico-didattico, esso è costruito interamente in previsione del mantenimento e dello sviluppo dei due indirizzi precedenti, in caso di loro smembramenti totali o parziali. L'indirizzo più strettamente museologico si concreterà in un indirizzo di master di un anno mirato ai conservatori di museo (ove la biologia teorica è marginale); mentre l'indirizzo didattico è mirato a preparare il giovane a un'interazione con i colleghi di scienze umanistiche e, in particolare, coi colleghi di filosofia. Nell'indirizzo didattico-museologico attualmente vigente abbiamo già da anni la Storia della biologia, e ciò verrebbe a essere ulteriormente ampliato nel biennio, con integrazione di quelle parti - tipo la Geografia - che nel nostro tradizionale curriculum rimangono un po' deficienti.

Finalmente, l'indirizzo di «Evoluzione dei sistemi naturali» – che è quello che più interessa in questo dibattito – dovrebbe avere uno spazio notevolmente ampio, con vari moduli disponibili nel 5° anno e ripartibili tra la Geografia, la Matematica e quella che possiamo chiamare Filosofia della Scienza. Quello che noi ci proponiamo di fornire in tale indirizzo - destinato a preparare più alla ricerca che non ad altri compiti - è l'insegnamento, non tanto di teorie, quanto piuttosto di metodi. Noi non vogliamo insegnare delle verità provvisorie quali sono necessariamente quelle che scaturiscono dalle teorie, perché le teorie (tutte quante le teorie: sia quelle che abbiamo in questo momento disponibili, sia quelle di cui disporremo nel futuro) sono sempre instabili. Vogliamo invece formare un tipo di mentalità problematica, la quale possieda gli strumenti tecnici

per poter costruire le teorie, e, soprattutto, abbia interesse e curiosità per le teorie: perché abbiamo rilevato che una volta che questa curiosità per le teorie sia stimolata, gli studenti rispondono allo stimolo. Essi arrivano regolarmente aspettandosi di avere il Corano o, se preferite, il Catechismo: vogliono cioè sapere già all'inizio dei nostri corsi che cos'è la verità; e quando diciamo loro che noi la verità non ce l'abbiamo, che abbiamo una serie di ipotesi più o meno probabili le quali, molto verosimilmente, non corrispondono nessuna esattamente a come stanno le cose (o a come sono state, perché non è detto che come sono state una volta lo siano ancora oggi), ecco che gli studenti rimangono dapprima un po' sbalestrati, poi passano a una intensa curiosità. Ebbene, noi miriamo proprio a questo: ad avere studenti estremamente curiosi.

Circa poi il problema di come articolare queste discipline, la nostra idea (ma siamo ancora in una fase assolutamente non definitiva) è quella di inserire un range molto ampio ed elastico di discipline potenziali, in modo da potere sfruttare via via al meglio quelle che sono le disponibilità presenti in sede o reclutabili: perché è chiaro che oggi ci può essere il prof. tal dei tali che è perfettamente in condizione di svolgere un buon corso - che so io - di Biomatematica, mentre domani può non esserci più e dover essere perciò sostituito dal filosofo della scienza, dall'epistemologo o da altri.

Come dicevo, siamo stati finora estremamente pragmatici in quanto a Firenze disponiamo di un numero notevole di persone particolarmente valide nell'ambito della Storia e la Filosofia delle Scienze. Ciò è dovuto, con ogni probabilità, all'esistenza di un prestigioso Museo di Storia della Scienza che ha fornito un terreno fertile per tutta una serie di filoni di ricerca. D'altra parte, nella loro ampia maggioranza, tutti questi storici e filosofi della scienza non sono reclutati nella Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali; mentre quella che è propriamente l'attività di ricerca teorica in Biologia e negli altri rami delle scienze è stata per lo più il risultato di iniziative esclusivamente individuali e spesso legate a circostanze del tutto fortuite. Da noi, pertanto, finora non c'è stato nulla che sia confrontabile con le strutture di ricerca pisane.

### **Ferdinando BERSANI - L'esperienza di BOLOGNA**

Come docente di Fisica presso la Facoltà di Medicina di Bologna, collaboro da parecchi anni con il prof. Franceschi e dallo scorso anno

sono responsabile dell'insegnamento di Metodi Fisici per la Biologia nel Corso di laurea in Fisica: una disciplina complementare che fin dal suo inizio ha avuto un ottimo successo, con almeno una dozzina di studenti. A parte il mio interesse personale per la Biofisica (dovuto in gran parte anche a Marcello Barbieri, con cui molto tempo fa ho collaborato per almeno un quadriennio), alcuni anni or sono un mio laureando già dotato di laurea in Biologia, il Dr. Gastone Castellani, ha cominciato a interessarsi di modelli matematici per lo studio del sistema immunitario. Su questo argomento sono stati da noi pubblicati alcuni lavori; dopodiché, nell'ambito del Dipartimento di Fisica, si è formato un gruppo (composto dalle persone che sono state ricordate anche dal prof. Freguglia, e cioè il prof. Turchetti, il prof. Campanini e il dr. Bazzani) interessato ad argomenti situati a cavallo tra la Fisica, l'Informatica e la Biologia e, più in particolare, alla modellistica matematica dei sistemi biologici e alla teoria delle reti neurali. Ho poi laureato un'altra persona che adesso sta collaborando attivamente con Franceschi e che pochi giorni fa ha presentato insieme a noi, nuovamente, un lavoro di modellizzazione matematica: i cosiddetti algoritmi genetici applicati all'immunologia. Un incontro importante è stato poi quello con il prof. Cooper, il quale non soltanto - come tutti sanno - è premio Nobel per la scoperta della superconduttività, ma si interessa anche da vari anni di neuroscienze. Da circa due anni, questo incontro ci ha spostato un po' dal sistema immunitario alle neuroscienze, e ciò con notevole successo in quanto il dr. Castellani ha proposto un interessante modello matematico sul neurone proprio partendo da una teoria di rete neurale biologica avanzata da Cooper una quindicina circa di anni fa. Negli ultimi mesi, infine, è stata proposta da un mio dottorando una modifica molto interessante del summenzionato modello, la quale ha suscitato un forte interesse anche nello stesso gruppo di Cooper. Insomma, nell'ambito del Dipartimento di Fisica, e intorno al prof. Franceschi come referente in campo biologico, si è conglobato un notevole interesse per la modellistica e l'applicazione di tecniche matematiche alla Biologia: interesse che, del resto, nasce oggi da concrete esigenze di elaborazione di dati estremamente complessi nell'ambito della biomedicina. Senza l'aiuto di apparati algoritmici adeguati è difficile far capo a tutta questa enorme messe di dati, e ciò è risultato evidente anche dalla relazione presentata dalla prof.ssa Saccone in questo stesso convegno: per elaborare i dati genetici sul DNA mitocondriale occorrono algoritmi matematici

precisi e la collaborazione con fisici teorici o matematici.

Poiché il nostro gruppo funzionava e produceva buoni risultati, circa un anno e mezzo fa abbiamo deciso di riunirci sistematicamente un giorno alla settimana per organizzare, oltre che seminari nell'ambito del Dipartimento di Fisica, anche una serie di incontri più riservati di carattere strettamente tecnico. Abbiamo così pensato, anche con il concorso della prof.ssa Casadio, che lavora nel campo del protein modelling, di proporre all'Università di Bologna la fondazione di un Centro Interdipartimentale per lo Studio dei Sistemi Complessi; e circa una settimana fa la proposta è stata accolta dal Senato Accademico del nostro ateneo. Il Centro include quali enti accademici fondatori l'Istituto di Fisiologia Umana e i Dipartimenti di Fisica, di Patologia Sperimentale (di cui fa parte il prof. Franceschi, trasferitosi da Modena a Bologna lo scorso anno), di Fisiologia veterinaria, di Biologia evolutivista e di Elettronica e Sistemistica della Facoltà di Ingegneria (discutendo con colleghi di quest'ultimo dipartimento su problematiche relative all'informazione e all'elaborazione dell'informazione nei sistemi biologici, ci siamo accorti che molte delle loro problematiche coincidevano con le nostre: gli ingegneri, insomma, fanno veramente cose analoghe a quello che fa il DNA, pur facendolo in tutt'altro ambito).

Il programma del nostro Centro Interdipartimentale è di organizzare seminari e incontri sistematici e, possibilmente nel futuro prossimo, di avere una sede con un'adeguata attrezzatura di tipo informatico per soddisfare la parte biomatematica. Altra cosa su cui nutriamo speranza è di potere, nell'ambito dell'attuale riordinamento degli studi universitari, proporre un dottorato o almeno un master nell'ambito della bioinformatica. Nell'ambito della riforma «3+2» del Corso di laurea in Fisica abbiamo proposto per il biennio un percorso impostato sulle problematiche della complessità in Biologia e orientato in due indirizzi, rivolti rispettivamente verso la Fisica medica e verso la Biofisica e la Biomatematica. Speriamo che la proposta passi. Quello che è certo è che nel Dipartimento di Fisica esiste un notevole interesse per queste cose e vi è buona risposta da parte degli studenti; tanto è vero che il gruppo di Fisica medica del quale anch'io faccio parte laurea molte persone e quasi sempre con ottime valutazioni. A tutt'oggi la Biologia teorica ha occupato un ruolo marginale nell'esperienza di Bologna; però speriamo che attraverso i seminari e gli incontri anche questa parte possa acquistare un peso sempre più rilevante.

**Lucio PIANTANELLI - L'esperienza di ANCONA**

Lavoro in uno degli istituti del Ministero della Sanità che hanno compiti di ricerca e assistenza e, nel caso particolare di quello di Ancona, ove mi trovo, di ricerca sui processi di invecchiamento e di assistenza agli anziani. Per quanto concerne la Biologia Teorica, pertanto, le nostre esperienze riguardano essenzialmente l'invecchiamento, dove - come negli altri campi della Biologia, e forse qui in misura anche maggiore - c'è un enorme bisogno di modelli in quanto si dispone ormai di una mole immensa di dati sperimentali, la quale richiede di essere interpretata. Più in particolare, il nostro gruppo si occupa di modelli che colleghino in qualche modo i processi di invecchiamento con i meccanismi di mortalità, in quanto il grosso handicap di base dei processi di invecchiamento risiede nel fatto che non disponiamo di un marcatore di età biologica, ossia di invecchiamento: per cui dobbiamo sempre rifarci all'età cronologica che - assieme alla morte - non dipende esclusivamente dall'invecchiamento, ma da vari altri fattori. Ecco, quindi, che la maggior parte dei modelli che vengono utilizzati tengono conto di questi due processi.

Noi siamo impegnati in tre tipi di lavori: uno che riguarda la costruzione di modelli di sopravvivenza; uno che riguarda un'applicazione nella quale cerchiamo di trarre informazioni sui processi di invecchiamento dalle curve di sopravvivenza e dall'analisi dei dati di mortalità e, come ultimo, cerchiamo di utilizzare questi modelli per testare la validità di marcatori di invecchiamento, o per lo meno di parametri supposti tali. Com'è ovvio, per costruire questi modelli occorrono conoscenze in molti campi - Biologia, Medicina, Statistica, Demografia, Matematica - e questo, come tutti sappiamo, è un requisito non facile da ottenersi. Le collaborazioni internazionali che abbiamo, ma soprattutto l'esperienza che abbiamo acquisito in tre anni organizzando, assieme al prof. Bergamini dell'Università di Pisa, una scuola di Patobiologia dell'Invecchiamento finanziata dall'Unione Europea, ci hanno consentito di contattare varie scuole, vari gruppi, tra cui anche molti che si occupavano di modelli e di teorie, e quindi anche di Biologia teorica. Le nostre attività ci mettono costantemente di fronte ad almeno tre ostacoli da affrontare e superare: ostacoli che, del resto, sono comuni a tutti coloro che operano in campo gerontologico: la necessità di disporre di modelli matematici per interpretare i dati; la carenza di esperti che siano in grado di preparare tali modelli; l'assoluta inutilità di collaborazioni lontane. Per quanto riguarda,

in particolare, il terzo ostacolo, abbiamo purtroppo dovuto constatare che il ricorrere ad un gruppo di fisici, ad un altro di biologi, ecc., i quali risiedono lontani gli uni dagli altri o si vedono una volta ogni sei o tre mesi, non funziona.

Nel solco di questa esperienza, abbiamo presentato al Ministero della Sanità un progetto di costituzione di un Centro Internazionale di Studi sulla Longevità e l'Invecchiamento da situare in Ancona, e il progetto è stato approvato e finanziato con circa 2 miliardi e mezzo di lire. Per il Centro abbiamo posto come esigenza prioritaria quella di avere costantemente sul luogo persone con esperienze, backgrounds e provenienze differenti (a questo proposito, anzi, già al momento della stesura del progetto abbiamo avuto assenti di massima da parte di vari colleghi europei e anche di qualche collega nordamericano). Diciamo che il nostro primo obiettivo rimane, com'è ovvio, la Gerontologia teorica, con studi sulla longevità e l'invecchiamento nonché, per quanto riguarda obiettivi di natura più applicativa, le patologie ad essa correlate quale in primo luogo quella emergente e molto preoccupante che è la disabilità multiforme. Oltre a questo, però, sulla base dell'esperienza acquisita con la scuola di Patobiologia dell'invecchiamento della quale parlavo prima, nel nostro progetto abbiamo previsto ulteriori attività che ci serviranno per mantenerci finanziariamente: attività miranti a fornire prodotti multimediali i quali possano essere utilizzati sia per corsi di ogni livello, anche alto come la suddetta scuola, sia per la divulgazione scientifica. E' ovvio che il Centro avrà in dotazione tecnologie informatiche adeguate (una parte del finanziamento è espressamente dedicata a questo) per il conseguimento dei suoi obiettivi sul piano sia della ricerca gerontologica che della divulgazione scientifica.

L'ubicazione del Centro sarà la collina di Montedomini, in prossimità tanto dell'autostrada quanto dell'aeroporto e della stazione ferroviaria di Ancona. Qui vi sono 5 ex case coloniche e una scalinata che porta ad una villa del XVI secolo situata in cima alla collina. Poiché la ristrutturazione della villa richiede troppi soldi, utilizzeremo i finanziamenti per ristrutturare 3 delle case suddette e per corredarle della strumentazione necessaria a far funzionare un primo nucleo del Centro. Nella nostra strategia, il progetto del Centro forma parte di un contenitore molto più ampio, in cui tutto quello che potremo realizzare in fatto di servizi, strutture tecnologiche, scuole, ecc., sarà suscettibile di essere utilizzato anche per privati: la scuola, ad esempio, potrà organizzare corsi di Gerontologia per una banca, per una

delle raffinerie della zona o per una qualunque industria locale. Avendo buoni rapporti con l'Università di Camerino, stabiliremo sicuramente con essa un stretto rapporto di collaborazione che speriamo di poter estendere al centro interdipartimentale di cui parlava prima Bersani, tanto più adesso che il prof. Franceschi è diventato direttore scientifico dell'INRCA. I partners che ci auguriamo vivamente di trovare potranno essere sia altri istituti scientifici (e questi in pratica già ci sono, pur non disponendo in genere di molti fondi), sia enti pubblici e/o privati che ne siano interessati. E' ovvio, infatti, che il finanziamento finora ottenuto dovrà servire interamente per coprire l'installazione in Montedomini di una struttura dotata di un primo piccolo nucleo di persone che funzioni; però poi bisognerà che la struttura si mantenga, e per poterla mantenere occorreranno altri fondi: da cui il nostro interesse ad ampliarne il raggio di influenza. Se mi fosse possibile scegliere per il Centro neo-laureati preparati come io vorrei, mi orienterei su giovani che avessero fatto quasi tre anni di Fisica però con conoscenze basilari di Biologia, e poi un paio di anni di approfondimento in Biologia. Questi stessi giovani, comunque, dovrebbero non soltanto sapere come sono fatti i modelli già pronti, ma cominciare a lavorare direttamente sul campo al fine di prepararne di nuovi.

### **Barbara CONTINENZA - L'esperienza di ROMA**

Poiché mi occupo di Filosofia e Storia della Biologia, ascoltando le presentazioni precedenti non ho potuto fare a meno di accorgermi di alcune differenze che caratterizzano il nostro gruppo e quindi sarà su quelle che insisterò. Intanto, un primo aspetto è il fatto che il nostro gruppo, che si è posto la denominazione di «Filosofia della Biologia», non è in alcun modo istituzionale: nel senso che non fa riferimento né a una struttura dipartimentale né a una fondazione né a una società, ma è basato unicamente sulla spinta del desiderio di alcune persone di estrazione diversa di fare insieme un certo tipo di lavoro. Esso è nato - questo sì - all'interno della Società di Logica e Filosofia della Scienza (SILFS), la quale raccoglie studiosi di formazione molto eterogenea come appunto filosofi e scienziati. Lì, in modo del tutto spontaneo, si è individuata 7 anni fa l'opportunità che si formassero gruppi con interessi più specifici, e ciò si è puntualmente realizzato. Nel nostro caso, si è formato un «Gruppo di Interesse» che abbiamo denominato

Le filosofie della biologia e che, dal 1993 ad oggi, ha organizzato e realizzato a Roma due convegni: il primo il 24-25 novembre 1995 su «Il concetto di informazione nelle scienze della vita», e il secondo il 22-23 ottobre 1998 su «Selezione e selezionismi». Del primo convegno sono stati pubblicati anche gli atti, malgrado sia stato fatto da noi il possibile perché non risultassero esattamente come tali, in modo che potessero avere una loro qualche fruibilità anche a livello di didattica: insieme agli studenti dell'Università, infatti, i destinatari potrebbero essere anche gli insegnanti scolastici, soprattutto in questa fase in cui l'Epistemologia e la Storia della Scienza stanno entrando anche nella formazione di questi. Ma forse questa rimane ancora più un'aspirazione che altro.

Nel gruppo che ha realizzato i convegni (E. Alleva, F. Amaldi, P. Bazzicalupo, L. Biggiero, M. Buiatti, M. Celentano, G. Chelazzi, B. Continenza, G. Corbellini, R. Cordeschi, T. De Mauro, M. Di Gregorio, U. Di Porzio, A. Fasolo, S. Forestiero, C. Frontali, E. Gagliasso, E. Giovannetti, G. Modiano, P. Omodeo, L. Paolozzi, D. Parisi, V. Somenzi, M. Stanzione e G. Zanarini) ci sono da un lato filosofi e storici della scienza che in buona parte, per ragioni storiche, provengono dalla cattedra di Filosofia della scienza dell'Università di Roma «La Sapienza» tenuta dal prof. Vittorio Somenzi; dall'altro ci sono biologi di interessi diversi. I filosofi e gli storici sono un gruppo relativamente stabile, nel senso che nell'arco di questi anni, dal '93 a oggi, sono rimasti sostanzialmente gli stessi con alcune aggiunte; i biologi, invece, sono caratterizzati in un modo diverso, nel senso che soltanto in parte - e mi riferisco essenzialmente a Buiatti e a Omodeo - costituiscono, compatibilmente con i loro impegni, una presenza stabile. Le nostre riunioni si svolgono una volta al mese e non senza notevoli problemi, in quanto alcuni di noi vengono da fuori Roma e convergono sulla capitale soltanto perché il nucleo del gruppo quantitativamente più consistente è formato da romani.

Il nostro lavoro è iniziato in maniera del tutto informale, in quanto abbiamo cominciato a discutere tra noi molto liberamente e il genere di domande che quasi subito ne è emerso è stato di questo tipo: «Ma che cosa intendi, quando dici...?». E in molte di queste occasioni nascevano non voglio dire bisticci, perché sarebbe eccessivo, ma sicuramente discussioni animate: nel senso che le questioni non si ricomponivano. Ed è per questo motivo che i convegni si sono focalizzati su grandi concetti come, per adesso, quelli di informazione o di selezione: proprio perché sono nati in questa maniera, dalla non componibilità dei punti

di vista. Il secondo convegno è nato appunto dalla enorme vastità delle applicazioni del concetto di selezione, decisamente centrifuga, e noi abbiamo cercato in un qualche modo di rifletterla anche nella struttura del convegno, facendo vedere come il tema e il termine siano presenti anche nell'ambito dell'Epistemologia in senso stretto (alludo, ovviamente, all'Epistemologia evoluzionistica in senso lato, ma anche con riferimento agli studi di Economia o di carattere sociale nel senso più ampio). Alla fine di ciascun convegno c'è stata una tavola rotonda per dare spazio alla discussione sulle relazioni che sono state presentate e sulle tematiche che ne sono scaturite.

Mi è difficile dare una fisionomia del gruppo, nel senso di esporne qui le posizioni. Non ci sono posizioni, in quanto non è assolutamente richiesta una omogeneità nelle posizioni di partenza. Ci teniamo molto, anzi, pur pagandola in qualche modo, a mantenere questa caratteristica di non possedere una configurazione precisa. L'unica cosa che viene richiesta è una comunanza di interessi e una grande disponibilità a discutere insieme: e questa, come abbiamo potuto verificare, richiede davvero un impegno enorme. Si notano subito, infatti, le differenze di formazione, le differenze di vocabolario, le differenze di metodologia nell'affrontare i problemi; per cui ci deve veramente essere una grande volontà personale di sforzarsi di essere disponibile a ascoltar l'altro. Perdonate questi particolari, ma sono sinceramente convinta che in gruppi come il nostro le «dinamiche personali», intese proprio nel senso della disponibilità, siano davvero molto importanti; per cui non è un caso che il nucleo di persone che lavorano nei nostri seminari sia sempre relativamente piccolo, ovvero mai al di sopra delle 10-12 persone. Tenuto poi conto del fatto che non sempre tutti possono intervenire, il numero non sale mai al di sopra dei 10, e ciò consente a tutti quanti di intervenire ogni volta in un modo molto libero senza che sia necessario imporre a qualcuno di coordinare gli interventi o di dire «Oggi io parlerò di...». E' vero, però, che a un certo punto, dopo un certo numero di riunioni che si orientano su una sorta di brainstorming apparentemente un po' casuali, ci si focalizza su un tema e a quel punto, contando inizialmente sulle risorse del gruppo, ma a volte chiedendo anche integrazioni esterne, si fanno seminari più mirati sul tema che man mano è emerso. Dopo questa fase, in genere c'è la fase di elaborazione di un convegno, che però fa parte del lavoro teorico del gruppo appunto in quanto tende a evidenziare tutte le componenti che sono emerse nella discussione.

Mi rimane da fare un breve accenno ai progetti futuri. Alla fine del secondo convegno abbiamo fatto un'analisi di come questo era andato, di che tipo di pubblico vi era presente e di quali inputs vi erano scaturiti, rilevando di comune accordo che il convegno aveva funzionato più nei confronti dei biologi che non dei filosofi e degli storici. Per noi questo fatto rappresentava un dato niente affatto negativo, ma in ogni caso significativo: nel senso che, essendo gran parte di noi filosofi e storici, non potevamo non chiederci come mai avessimo finito col «far fuori» proprio i nostri colleghi. A questo punto, pertanto, ci siamo lentamente sforzati a cercare di individuare un tema adeguato per un prossimo convegno, chiedendoci se non fosse opportuno riprendere una tematica di carattere epistemologico, seppure in senso molto lato; e siamo così approdati al problema della spiegazione nella scienza, al problema delle differenze tra la spiegazione scientifica e la spiegazione storica, che è un classico dell'Epistemologia, contestualizzato però ad un problema che rimane di grande attualità nell'ambito della Biologia evolutivista: basti solo pensare, ad esempio, alla posizione di Mayr, che qualifica la Biologia come scienza di carattere storico. Ci siamo dunque focalizzati su questo tema, su che cosa significhi dire che la biologia è una scienza storica, su che cosa significhi dire che le spiegazioni storiche sono spiegazioni le quali, allo stesso titolo di quelle cosiddette scientifiche, hanno una valenza seriamente esplicativa e non semplicemente narrativa. O, per metterla in altro modo, fino a che punto la «narratività» può rappresentare un «elemento di conoscenza» anche nell'ambito della scienza propriamente detta? Affrontando questo problema, forse ci stiamo avviando a progettare un nuovo lavoro, magari prima in forma di seminario e poi, eventualmente, di convegno; ma siamo ancora in una fase preliminare di elaborazione. Un progetto che invece è stato da noi realizzato - sia pure, in un certo senso, quale attività «laterale» a quella propria del gruppo - è un primo tentativo di dar vita a quella che abbiamo chiamato «Scuola estiva internazionale di filosofia e storia della biologia», i cui corsi si terranno a Nettuno presso Roma a partire da domani (lunedì 25 settembre). La scuola, diretta da Massimo Stanzione, filosofo della scienza a Cassino, ha ottenuto alcuni finanziamenti e garantirà un certo numero di borse a studenti provenienti da Facoltà sia scientifiche che umanistiche - siano essi laureati, laureandi o in ogni caso interessati a tematiche di questo genere.

**Marcello BARBIERI - Il progetto di SAN MARINO**

Permettetemi innanzitutto di ricordare che quella della Repubblica di San Marino è una Università particolare: nel senso che ha deciso di non competere con le Università italiane nei corsi tradizionali e ha optato per specializzazioni non consuete, preferibilmente nel campo delle discipline emergenti. Oggi essa è composta di quattro dipartimenti e fornisce essenzialmente diplomi o masters post-laurea. C'è un Dipartimento di Economia, un Dipartimento di Scienze della Formazione, diretto da Renzo Canestrari, un Dipartimento di Scienze delle Comunicazioni, che è una creatura di Umberto Eco, e, infine, un Dipartimento di Scienze Biomediche rivolto a una nuova figura professionale di infermieri. Verso la fine dell'anno scorso è stato eletto Rettore dell'Università di San Marino il prof. Ippolito Donini di Ferrara. Donini è un chirurgo illustre, a Ferrara ha fondato una vera e propria scuola ed è considerato un benemerito della città. Donini ha un grande interesse per le materie emergenti e, venuto a conoscenza delle mie iniziative (detto fra parentesi, ho trovato più interesse per la Biologia Teorica fra i chirurghi e i clinici che fra i biologi), mi ha chiesto se ero disposto ad organizzare un Centro di Biologia Teorica a San Marino, nello spirito della filosofia sanmarinese di cercare soluzioni accademiche originali. Ho risposto di sì e gli ho presentato una prima bozza di progetto, la quale è stata sottoposta al Consiglio dei Saggi che ne ha approvato i finanziamenti. A questo punto, però, alla mia ovvia soddisfazione per come stavano andando le cose si è affiancata una preoccupazione: affinché possa funzionare veramente, un Centro di Biologia Teorica deve essere una cosa collettiva, corale. Vedete, è molto sintomatico il fatto che fino ad oggi nessuno di noi fosse a conoscenza dell'esperimento di Liquori. E forse proprio questa è stata una delle debolezze di quell'esperimento. Liquori è uno dei padri fondatori della Biologia Molecolare Italiana (ed è stato anche fra i fondatori dell'EMBO); ma forse proprio la sua visione eccessivamente aristocratica della Biologia Teorica lo ha portato a dimenticarsi di consultare i biologi sul suo progetto; tant'è che nessuno di noi ne sapeva niente. Ora, io vorrei evitare la sorte dell'esperimento di Liquori, e mi è venuta questa idea: facciamo una riunione, chiamiamo tutte le persone che hanno qualche esperienza in materia di Biologia Teorica e cerchiamo almeno di conoscerci. Con un minimo di organizzazione, forse riusciamo a fare anche in Italia ciò che viene fatto all'estero, sempre che riusciamo a superare quel nostro vecchio campanilismo che ci portiamo

dietro da secoli - per cui quello che succede a Firenze è sconosciuto a Siena o a Bologna e così via. Avendo dunque la disponibilità del Rettore e del Consiglio dei Saggi di approvare la costituzione del Centro, ho annunciato a tutti voi ciò che stava per realizzarsi nella piccola Repubblica del Monte Titano, e ho chiesto a Roberto Fondi di organizzare questo convegno per parlarvene. Le mie intenzioni erano appunto di venire qui e dire a tutti voi: «Questo è il progetto di San Marino. Vogliamo fare questo, questo e questo. Chi ci sta, e chi non ci sta? Chi vuole dare una mano, e chi no?». E così via. Sfortunatamente, però, alcuni mesi fa il governo di San Marino è caduto e il nuovo governo ha deciso di ridiscutere l'iter di tutte le iniziative della precedente legislatura; per cui la decisione ufficiale di costituzione del Centro verrà presa nelle prossime settimane e sarà difficile saperne qualcosa prima di Ottobre o Novembre. Voi mi direte: avresti potuto avvisarci. Ma il fatto è che la decisione era stata promessa per Luglio e quindi ero convinto di potervela comunicare. In ogni caso, è possibile che il nuovo Consiglio dei Saggi confermi l'approvazione di quello precedente, e che finalmente possiamo avere a disposizione i fondi per realizzare il Centro.

Una volta Renato Dulbecco disse: «Se volessi tornare in Italia e mettere su un centro scientifico, andrei a San Marino, perché in tal modo eviterei tutte le pastoie della burocrazia italiana». Può essere che sia davvero così, e che il risiedere in San Marino comporti veramente una serie di vantaggi dal punto di vista burocratico-organizzativo. Resta comunque il fatto che quei vantaggi noi dobbiamo riuscire a sfruttarli. Le opportunità ci potranno anche essere, ma starà a noi coglierle e riuscire a far funzionare questa iniziativa. Torno allora a ripetere un discorso che ho già fatto più volte: in Italia noi abbiamo la Biologia che ci meritiamo. Non stiamo a lamentarci del governo, della Chiesa, del destino o di altre cose del genere, perché in realtà la Biologia Italiana siamo noi. Se queste cose non le facciamo noi, nessun altro potrà farle al posto nostro. Quindi, se volete, vi posso esporre le linee principali del progetto di San Marino. Mi piace poco parlare di progetti quando non ho ancora la garanzia di poterli realizzare, però posso accennarne.

Nel progetto che ho proposto, il Centro ha tre finalità: pubblicazioni, ricerca e didattica. Per quanto riguarda le pubblicazioni, contavo di assicurare una regolare prosecuzione a *Systema Naturae* e poi di dare inizio ad una nuova collana di libri in Italiano e/o in Inglese. E se l'iniziativa dovesse funzionare, non è da escludere la possibilità di estendere la cosa a livello europeo (per esempio attraverso una collaborazione con il Konrad

Lorenz Institute) e quindi pubblicare *Systema Naturae* anche in Inglese. Per quanto riguarda l'attività di ricerca, il progetto è quello di una collaborazione con il Politecnico di Losanna sulla vita artificiale. Questo perché a Losanna lavora il gruppo di Daniel Mange, che ha continuato il lavoro di Von Neumann sulle macchine auto-replicanti più di ogni altro, ed è giunto alla conclusione che il costruttore universale di Von Neumann non è altro che l'equivalente elettronico di quella nuova categoria biologica che nel 1981 avevo chiamato ribotipo. I primi a riscoprire questo concetto sono stati quindi gli ingegneri, non i biologi. In ogni caso questo è il motivo della collaborazione con Losanna, una collaborazione che ci permetterebbe di partecipare ad uno dei progetti di ricerca più avanzati al mondo: la costruzione di una macchina fatta di cellule artificiali capace di autoripararsi e di autoreplicarsi. I primi prototipi sono già stati costruiti, quindi non si tratta di utopie, ma naturalmente la strada è ancora lunga e noi potremmo entrare nel progetto fin dall'inizio, anche con un Centro piccolo come quello di San Marino.

Per quanto riguarda l'attività didattica, ho fatto due proposte: un master di esplorazione del genoma umano e un master di bio-informatica. La motivazione viene dal fatto che il genoma è stato ormai sequenziato, ma per poterne usare le informazioni bisogna sapersi orientare in quella giungla di complessità; per cui diventa obbligatorio insegnare ai laureati in medicina o in scienze a «navigare» nel genoma umano, ad andarci a trovare i geni. Per i suddetti masters avevo contattato anche Liquori, che si era dichiarato ben disposto a venire a San Marino. Era necessaria, però, anche una iniziativa di maggior respiro. Poiché il secondo master era dedicato specificamente alla Biomatemática e alla Biologia Teorica, dovremmo dare un significato concreto a queste due discipline, in modo da organizzare corsi adeguati per studenti che si laureano e che vogliono fare ricerca. Purtroppo i nostri biologi non sanno la matematica; per cui ogni mezzo che offra loro la possibilità di competere con i colleghi stranieri, portandoli quanto meno a un livello accettabile, non può che essere benefico e dovrebbe essere auspicato da tutti.

Ecco: questo era il progetto di San Marino. E' in vista di esso che avevo lanciato l'idea di questa Tavola Rotonda al fine di chiedere la collaborazione di tutti voi. Perché, lo ripeto, se c'è una lezione da imparare dall'esperimento di Liquori, è proprio questa: o ne veniamo coinvolti tutti, o non se ne fa niente. Vi è però un ostacolo che deve essere superato, ed è quello della nostra proverbiale litigiosità. Finora ci sono stati molti tentativi di fare un

discorso unificatore tra i vari gruppi, ma si è sempre finito col litigare: uno ha bocciato le idee dell'altro e i nostri gruppi non hanno fatto altro che ostacolarsi a vicenda. Pensiamoci bene. Ciascuno di noi ha i propri difetti caratteriali, ma è nel nostro interesse raggiungere un obiettivo comune. E questo obiettivo non è una struttura aristocratica, ma una struttura collegiale. La Biologia Teorica o sarà collegiale o non sarà niente.

## DISCUSSIONE

BARSANTI – Ovviamente ci auguriamo tutti che l'approvazione del progetto di San Marino sia stata soltanto rinviata e che le cose vadano in porto regolarmente. Apro la discussione.

BERSANI – Volevo soltanto sottolineare alcune cose. Prima di tutto pregherei Marcello di far sì che i contenuti di questa tavola rotonda vengano in qualche modo riportati nel prossimo numero di *Systema Naturae*. Anche per poter comunicare fra noi, è molto importante poter disporre di tutte le informazioni relative a questi gruppi, di alcuni dei quali - ad esempio quello di Roma - io non conoscevo neppure l'esistenza. Secondo me, l'interazione fra questi gruppi e l'eventuale apporto di questi gruppi anche per la fondazione del Centro di Biologia Teorica a San Marino, potrebbe essere fondamentale. In secondo luogo, vorrei dire che in questi giorni ho ricevuto non pochi spunti di riflessione e sollecitazioni dalle comunicazioni che ho ascoltato. Ad esempio, ho capito che la Storia della Scienza può dare veramente un contributo effettivo anche alla Biologia sperimentale, nel senso che bisogna veramente conoscerla per capire a fondo non poche cose inerenti a quest'ultima.

FREGUGLIA – Spero anch'io che il progetto di San Marino vada in porto. Tenendo presenti le esperienze riferite dai rappresentanti dei vari gruppi, a parte quella romana che è del tutto peculiare, ho notato una consonanza quasi totale in almeno tre delle altre, e cioè quelle di Pisa, di Bologna e di Ancona. D'altra parte, le preoccupazioni circa l'organizzazione del corso di laurea in Biologia sollevate da Barsanti rientrano nel medesimo ordine di idee. Aggiungerei comunque una riflessione. Sono assolutamente d'accordo con Barbieri, lo dichiaro in maniera esplicita, sul fatto che bisogna metterci in testa di collaborare intensamente tutti quanti, perché

soltanto con questo spirito potremo realmente andare avanti. Allo stesso tempo, però, sottolineerei - e in nessun modo per motivi polemicici, ma solo per motivi, come dire, di distinzione - la necessità di assegnare un margine di libertà al modo di intendere la Biologia Teorica. A Pisa, tanto per fare un esempio, Lodovico Galleni intende la Biologia Teorica in maniera diversa da come la intendo io; e nonostante ciò Lodovico fa parte egualmente del gruppo. Insomma: potrà benissimo succedere che all'interno di un gruppo prevalgano determinate impostazioni; ma questo non dovrà comportare che altre impostazioni debbano esserne aprioristicamente escluse. Diciamo allora che potrà esserci una Biologia Teorica intesa come parallela - seppure con tutte le dovute e necessarie distinzioni - alla Fisica Teorica; poi potrà esserci una Biologia Teorica intesa come filosofia della Biologia; e infine potrà esserci una Biologia Teorica intesa in senso ancora più lato, ovvero come una serie di problematiche biologiche suscettibili di cadere nel sociale. E' chiaro che la Storia della Scienza è cruciale (sono d'accordo con Bersani), in quanto tale da radicare in maniera decisa la consapevolezza di alcune impostazioni o considerazioni. Teniamo presenti queste tre anime, che assolutamente dovranno andare d'accordo e complementarsi pur rimanendo tra loro distinte. Insomma, compenetriamoci nella distinzione.

OMODEO – Vorrei prendere in considerazione tre cose che sono state dette. Una è quella di Simonetta sulla non necessità di insegnare la Biologia Teorica ai museologi. Bene. In effetti, scontato che Lamarck era un museologo e che Mayr è stato fondamentalmente un museologo (un museologo che andava anche a raccogliere il materiale e non soltanto uno che teneva sotto vetrina il materiale, perché museologo vuol dire anche questo), bisogna riconoscere che appunto i museologi stanno facendo in questi ultimi anni un lavoro che io trovo esemplare e che interessa particolarmente te, Alberto. Si tratta, nella fattispecie, di riuscire a capire qualche cosa di quanta fiducia debba essere attribuita alle classificazioni che si basano sulla Biologia Molecolare. Quando arrivano i biologi molecolari e dicono «Noi possediamo la verità. Gli alberi genealogici che facciamo noi sono quelli giusti», si ha un moto di rivolta. Coloro che per tutta la vita hanno fatto metodicamente un paziente lavoro di confronto anatomico, biologico, cariologico, ecc. ecc., non possono che mandare al diavolo quanti si presentano loro affermando quanto sopra, ed è appunto ciò che abbiamo fatto simultaneamente, e con molta rabbia e vigore, Alberto ed

io. Però a un certo momento i museologi hanno detto: «Proviamo a vedere se quello che dicono i biologi molecolari può essere conciliato con quello che noi, con i metodi tradizionali, abbiamo ottenuto». E allora si fa lo schema tradizionale - quello degli «acchiappafarfalla» tanto per intenderci - e lo schema nuovo dei possessori della verità, cercando pazientemente di capire perché vi siano delle discrepanze e che cosa significhino. In alcuni casi ci si accorge, per esempio, che non è stato scelto bene quello che si chiama l'outgroup. Non sto a dirvi che cosa sia un outgroup, però è un punto molto delicato, a seconda che l'algoritmo impiegato sia quello adatto o meno. Spesso - anzi troppo spesso - non si sa quale sia la logica che sottende gli algoritmi proposti, e questa è una deficienza nostra ma è anche una deficienza di chi prepara gli algoritmi medesimi e non spiega quale sia la logica che li sottende. C'è poi il problema dell'ambito di validità relativo all'indagine molecolare. Spesse volte, guardando in un settore di ambito intrafamiliare di un'indagine di questo tipo, ci si accorge che essa coincide abbastanza bene, anzi talvolta anche meglio, con ciò che il biologo ha ottenuto con i metodi comparativi tradizionali. Se però si comincia a uscire dall'ambito della famiglia, l'indagine molecolare dà dei numeri: qualche volta funziona e qualche volta è follia pura. Un solo esempio: la parentela dell'uomo con i Batoidei (cioè, tanto per intendersi, i Selaci di fondo), che insistentemente emerge e che i biologi molecolari accettano per buona, cominciando addirittura ad almanaccare sul perché possa esserci fra i Selaci e l'uomo tale parentela, scavalcante ogni altro gruppo intermedio.

Seconda cosa. Barbieri dice che si fa troppo poca matematica, che i biologi fanno troppo poca matematica. Io vado ad un ricordo molto lontano. Quando ero studente a Pisa e ripenso al corso di matematica per naturalisti..., mamma mia che inferno! La risoluzione delle equazioni di grado superiore al terzo imposta a gente che a malapena sapeva qual'era la formula risolutiva di un'equazione di primo grado. E poi il significato logico dei risultati da applicazione di queste formule. E poi un determinato teorema di geometria: «Lo si può dimostrare anche in quest'altro modo»; «Ma ce ne basta una, di dimostrazioni!»; «No, c'è anche quest'altro metodo che è molto più rapido!»; «Ma allora perché non me lo hai dato prima, invece di rifilarmi anche quello più lento e laborioso?». E avanti così, lezione per lezione, su un teorema che a me non è mai servito in tutta la mia vita successiva. L'unica cosa buona che mi abbiano insegnato è il calcolo combinatorio, che effettivamente in Genetica è pane quotidiano.

Quell'esame riuscii a superarlo, però rischiai veramente di perdere il posto alla Scuola Normale perché non sapevo le equazioni di grado superiore al terzo. Non le ho mai capite e, insisto, non mi sono mai servite a nulla. Che il professore di Matematica abbia l'umiltà di guardare quali sono i problemi dei biologi e si attenga a quello che può veramente servire loro. Questo l'ho sostenuto quando sono diventato professore a Padova e avevo voce in capitolo in una Facoltà dove ogni tanto si parlava anche di problemi di insegnamento e di cultura. Arrivo a Padova e insisto: «Guardate, smettetela di insegnare queste cose che al biologo non servono a nulla e cercate invece di capire che cosa può servire». E questo discorso non l'ho fatto soltanto ai matematici, ma, amichevolmente e collegialmente, anche ai fisici. «Guardate che non soltanto l'acustica, ma anche l'ottica serve molto ai biologi. Ma non l'ottica del microscopio. Serve l'ottica dell'occhio, quella più vera». I matematici, da persone molto intelligenti, hanno protestato. «No, in questo caso tu ci riduci a insegnare una Matematica applicata, che non è il nostro mestiere: come per te che sei zoologo non è il tuo mestiere la Zoologia applicata. Sono due discipline profondamente diverse». «Vabbé, sarà anche vero, ma dateci una Matematica applicata. In Veterinaria, lo capisco benissimo, non sapranno che farsene di me zoologo e avranno bisogno del veterinario». «Ah, no! i matematici devono essere quelli che fanno i teoremi». «E vabbé. Quand'è così (questo successe dopo), vi propongo due o tre teoremi che a me come biologo stanno molto a cuore e la cui soluzione può essere molto importante per la Biologia Teorica». «Questa è roba che interessa pochi. E' difficile». «E allora, come si può fare?». «Aumentate la quantità di matematica da insegnare ai biologi». A Roma c'è quell'orribile malcostume che il matematico ti boccia al primo anno. Per l'80% degli studenti, la prima esperienza è di essere bocciati al primo anno. Quelli ci riprovano e imparano a cercare di calcolare quanto tempo ci mettono a superare lo scoglio. E molti bravi biologi (in potenza) cascano ed abbandonano la Facoltà di Scienze semplicemente per via dell'esame di matematica. Quindi più matematica, se volete, però ... troppo spesso sembra una rivendicazione corporativa. Questo può voler dire più posti per... Come, non è così?... Freguglia, non t'arrabbiare!... (R.F.: interviene Freguglia ribadendo il fatto che in genere i biologi non conoscono la matematica, ma la cattiva acustica della sede del convegno non ha consentito di trascriverne le parole)... Comunque sia, esiste anche il problema che ho detto.

Terza cosa. E' stato proposto da Piantanelli un corso con 3 anni di Fisica

e 2 anni di Biologia. Anche questa è una distorsione molto profonda. La Biologia ha i suoi metodi, che non sono quelli che portano a raggiungere una verità assoluta e incontrastata, ma sono comunque metodi che hanno portato a successi della Biologia di fronte ai quali non è possibile chiudere gli occhi. La Biologia ha fatto tanta strada con i suoi metodi ed usando la Matematica quando è possibile, quando cioè il matematico ti fornisce la Matematica che ti serve: perché la dimostrazione di un teorema, vabbé, mi dà tranquillità nell'usare quel teorema; però l'insistere su una seconda e terza e quarta dimostrazione di quel teorema è veramente opprimere la gente. Perciò anche lì è sbagliato imporre 3 anni di Fisica e 2 di Biologia, in quanto si orienta la gente in un certo modo e si creano le condizioni per far sì che un autentico interesse iniziale per i problemi biologici vada spegnendosi. «Che mi importa di queste cose che mi stanno insegnando? Devo aspettare tre anni, prima di vedere soddisfatte le mie profonde curiosità?»

Un ultimo punto, se il Presidente me lo permette. Si è parlato di molte esperienze di società che stanno sorgendo. Io vorrei riferire l'esempio di una società che è morta, proprio affinché vengano evitati quei grossi inciampi che l'hanno fatta morire. Si tratta della Società di Biofisica Pura ed Applicata che fu tenuta a battesimo da me biologo assieme a Borsellino (uno di quei grandi ingegni della Fisica con cui veramente si poteva discutere e ottenere ragione e ascolto) e Arnaldo Veclia. La nuova società era nata in antagonismo ad un'altra già esistente. La nostra si chiamava SIPAPA e l'altra SIMAMA (le sigle portavano a questo strano risultato). La vecchia società era molto rigida e per potervi accedere bisognava avere pubblicato lavori di Biofisica o di Biologia molecolare; d'altra parte, risultava chiaro che molti anziani vi erano entrati allo scopo di acquisire maggiore potere accademico, mentre molti giovani vi si erano iscritti per usarla quale trampolino di lancio allo scopo di accelerare la propria carriera. Di fronte a questa situazione che prometteva male, dicemmo: «Facciamone un'altra». E nella nostra società si è ripetuto esattamente la stessa cosa della precedente: i più anziani vi sono entrati per andare a caccia di maggior potere, e i più giovani per raggiungere più rapidamente il traguardo di una buona sistemazione. Tant'è che ad un certo punto noi tre fondatori - Borsellino, io e Veclia - ci siamo incontrati di nuovo per domandarci: «Dov'è la Società? Non c'è più!». Questo rischio bisognerebbe che la Società Italiana di Biologia Teorica evitasse di correrlo. E' necessario che i giovani che confluiscono in una società e la società stessa crescano

insieme. Se ciò avverrà, per fare della buona Biologia Teorica non ci sarà bisogno né di grandi istituti né di grandi finanziamenti. Sarà sufficiente la soddisfazione derivante dalla risoluzione di problemi.

PAOLI – Volevo in parte confermare quello che ha detto Omodeo. Anche per esperienza personale, ritengo che le idee nascano prima come intuizione filosofica, poi possano diventare scientifiche, nel senso di confrontarsi con i dati, e infine possano essere formulate in termini matematici. L'ultima fase, quella matematica, non è dunque la più alta: per cui, se la Biologia Teorica deve configurarsi come un'interdisciplina che si muove al di sopra delle varie specializzazioni, essa non può fare tutt'uno con la Biomatemática (come qualche volta ho avuto l'impressione che si ritenesse a Pisa), né può farlo con nessun'altra materia. Ritengo, insomma, che la Biologia Teorica non possa irrigidirsi in alcuna specializzazione, ma debba mantenere un carattere al medesimo tempo «panoramico» e «fluidico», ossia tale da abbracciare le suddette tre fasi e in grado di spostarsi con disinvoltura da una fase e da una disciplina all'altra. Fra l'altro, proprio questa è stata la mia lunga esperienza di questi anni nel concepire e nello stendere il mio lavoro sulla coscienza. Questo lavoro è nato prima come intuizione e poi come riflessione, del resto a lungo trattata dai filosofi. In un momento successivo sono passato alla fase scientifica, dovendo quindi confrontarmi con i dati dell'Etologia, della Psicologia umana, della Psicologia nel suo senso più lato e dell'Informatica. E soltanto alla fine mi è venuto di passare alla fase di definizione matematica. Io sono convinto che le grandi idee possono emergere soltanto quando riusciamo a trattare con fluidità e in modo panoramico vari argomenti, abituandoci - magari con una scuola adeguata - a passare da un argomento all'altro e a gestire il tutto fino a coagularlo in un'idea. La Biologia Teorica, pertanto, potrebbe rappresentare in questo senso una vera fucina.

SIMONETTA – Risponderò a Omodeo. Per quanto riguarda i museologi, ci siamo posti solo problemi di organizzazione didattica; per cui in questo ambito il nostro problema è stato: Cosa ne facciamo dell'indirizzo didattico-museologico, che attualmente ha 4 anni di corso? Cosa si può fare in 4 anni, che possa essere messo e venduto nel mercato? Possiamo fare un discreto conservatore di museo. Se poi egli vuole andare oltre e diventare uno scienziato di una certa levatura, è chiaro che vale quello che dice Omodeo. E' altrettanto chiaro che in 4 anni non ce la facciamo. E siccome

dopo c'è il 5° anno, vorrà dire che l'interessato, se lo riterrà opportuno, prenderà il master di conservatore di museo al 4° anno; dopodiché gli verranno valutati i crediti e potrà entrare nel corso successivo facendo tutta la Filosofia, tutta la Matematica e tutto il resto che gli occorrerà.

Per quanto riguarda il problema sollevato a proposito della Matematica, devo dire che a Firenze la situazione è abbastanza buona. La colpa non è del matematico del nostro corso di laurea, ma dei suoi colleghi dei corsi successivi. Il nostro buon Barlotti, infatti, seguita a insegnare le solite Istituzioni di Matematica, a piangere e a dire: «Mi volete dire che genere di Matematica devo insegnare?». E infatti adesso ci stiamo raggruppando appositamente - uno zoologo, un botanico e così via - proprio per dirgli che tipo di Matematica dovrebbe insegnare. Speriamo di riuscirci, ma è probabile che ci rimangano le code nostre, non certamente quelle di Barlotti. Siccome io la Matematica non la so e quindi la faccenda mi interessa in modo particolare, a suo tempo mi sono procurato almeno una mezza dozzina di testi di Matematica per biologi e li ho passati a Barlotti. Il quale prima li ha letti e poi mi ha di nuovo chiesto: «Beh, a questo punto, però, me lo volete veramente dire voi quale Matematica vi serve?». Non si tratta, comunque, di testi italiani. (R.F.: Freguglia commenta menzionando un determinato testo in italiano) ... Ma è di un livello troppo alto. Siamo obiettivi. Dobbiamo considerare che gli studenti che vengono a studiare da noi si iscrivono a Scienze Naturali o a Scienze Biologiche perché non capiscono la matematica. Questo è il problema.

FREGUGLIA – A L'Aquila, dove insegno Matematica ai biologi, quello sollevato da Omodeo e da Simonetta è un problema che abbiamo sentito moltissimo nell'organizzare i corsi, e ho già detto prima come stanno le cose a tale proposito. Certo che il problema esiste; però bisogna pure mettersi in testa che la Matematica è quella che è. In Matematica il concetto di dimostrazione è fondamentale; per cui non si possono fornire ai ragazzi soltanto risultati ed enunciati di teoremi, perché non servirebbero né basterebbero per far capire loro la matematica. Non dico che si debbano dare dimostrazioni in numero eccessivo: tant'è che stiamo veramente lavorando su come snellire al massimo e rendere essenziale il corso. Comunque sia, anche in questo convegno è emerso il fatto che la Matematica e la Fisica sono importanti per la Biologia: su questo non si può discutere. E siccome si tratta di due discipline fondamentali per il Corso di laurea in Biologia, bisognerà pure che tra noi e i biologi vi sia un'intesa

reciproca. Sarà dunque necessario non soltanto che voi diciate che cosa serve - su questo sono d'accordissimo - ma pure che lasciate dire a noi qual'è la Matematica: perché noi non possiamo limitarci a dare delle regolette. I corsi di Istituzioni di Matematica sono corsi di base dove si dovrebbe arrivare a discutere almeno - dico almeno - le equazioni differenziali: perché se non si arriva alle equazioni differenziali tutto quello che è stato fatto prima non serve a nulla o serve a pochissimo. E purtroppo capisco che arrivare alle equazioni differenziali con sole 80 ore a disposizione possa costituire un problema.

BERSANI – Volevo solo ribadire rapidamente una cosa. Quando io parlo con la mia collega Casadio, tanto per portare un esempio concreto, lei mi conferma che per il suo laboratorio di protein modelling, in cui fra l'altro lavorano molti studenti di Fisica, vi è rigorosamente bisogno di laureati in questa disciplina. Tali laureati, d'altra parte, come ho potuto constatare personalmente, hanno la strana capacità di comprendere la Biologia in modo assai rapido, e questo perché evidentemente chi ha buone basi di Fisica e di Matematica consegue una relativa abilità nel capire tutti gli altri concetti. Non bisogna mai dimenticare, in effetti, che la Matematica e la Fisica sono due discipline di enorme valore formativo. E' chiaro che se uno vuole dedicarsi alla ricerca e occuparsi di filogenesi molecolare, non potrà che ricorrere a tecniche matematiche specifiche e molto avanzate. Questo vale soltanto, però, per chi intende dedicarsi alla ricerca; per cui in tutti gli altri casi rimane secondo me aperta la problematica generale di stabilire quanta conoscenza di Matematica sia indispensabile per essere un buon biologo. Varrebbe dunque la pena cercare di capire meglio - e su questo vedrei volentieri un convegno o quanto meno una discussione approfondita - quali sono, secondo le attuali visioni, i limiti dell'utilità della Matematica nell'ambito della Biologia. Questo perché nell'approccio alla Biologia non sono ancora sicuro quanto l'apporto della Matematica sia paragonabile a quello della Fisica Matematica nella Fisica. Evidentemente un'importanza c'è senz'altro, perché le tecniche matematiche, come ormai abbiamo visto, stanno avanzando in tutti i campi della Biologia; però fino a che punto? E' chiaro che la Biologia può richiedere una concettualizzazione più generale che, ad un certo punto, si serve della Matematica come tool. Tutto questo, come ho detto, varrebbe una discussione approfondita.