
BOLLETTINO UNIONE MATEMATICA ITALIANA

Sezione A – La Matematica nella Società e nella Cultura

SALVATORE COEN

**La serva padrona. Fascino e potere della
matematica. Di Edoardo BONCINELLI ed
Umberto BOTTAZZINI, Raffaello Cortina
Editore, Collana Scienza e Idee 73, ISBN
88-7078-651-X. Milano, 2000. Lire 36.000, pagg.
221**

*Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Serie 8, Vol. 4-A—La
Matematica nella Società e nella Cultura (2001), n.1, p. 173–182.*

Unione Matematica Italiana

[<http://www.bdim.eu/item?id=BUMI_2001_8_4A_1_173_0>](http://www.bdim.eu/item?id=BUMI_2001_8_4A_1_173_0)

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

RECENSIONI

La serva padrona. Fascino e potere della matematica di Edoardo BONCINELLI ed Umberto BOTTAZZINI, Raffaello Cortina Editore, Collana Scienza e Idee 73, ISBN 88-7078-651-X. Milano, 2000. Lire 36.000, pagg. 221.

Recensione di S. COEN

Due uomini di scienza Edoardo Boncinelli, «fisico di formazione che ha lavorato negli ultimi trent'anni in laboratorio come biologo molecolare» ed il nostro Umberto Bottazzini, «matematico di formazione e storico della matematica di professione», di ritorno da un convegno del 1999, cominciano a discutere tra loro, dapprima un poco distrattamente, poi in modo sempre più appassionato: argomento della discussione è la natura della matematica e principalmente le ragioni della straordinaria efficacia che ha l'uso della matematica nelle scienze fisiche e la applicazione sostanzialmente tuttora piuttosto marginale che essa ha in altri campi. La loro conversazione li avvince al punto che sentono il bisogno di registrare le loro argomentazioni e poi di presentarle pubblicamente in questo volume, sempre comunque sotto la forma di dialogo, come sono nate.

Nel loro libro i due autori sono indicati semplicemente come Edoardo ed Umberto e così noi ci permettiamo di chiamarli in queste righe.

I due interlocutori entrano subito nel nocciolo dell'argomento. *Il problema centrale è quello di capire la vera natura della matematica e del suo incredibile potere.* Questo scopo, indubbiamente alquanto ambizioso, i due amici sanno bene che non lo possono rag-

giungere e sanno bene anche che i loro lettori sanno che loro non lo possono raggiungere. Si è, tuttavia, sviluppata in questi ultimi tempi la sensazione che qualcosa di nuovo nel campo si possa dire. Ricerche sui fondamenti da una parte, ricerche sul cervello dall'altra hanno potuto chiarire alcuni tradizionali dubbi e porre nuovi più avanzati problemi. Un approccio interdisciplinare all'argomento, condotto da due scienziati che, nonostante le diverse preparazioni, riescano a dialogare può pertanto rivelarsi fruttuoso.

Edoardo premette subito la propria visione. La matematica è da lui vista come una parte della logica, intesa quest'ultima come scienza della deduzione di affermazioni vere da affermazioni vere. Gli esperimenti, le osservazioni particolari di una disciplina scientifica portano i ricercatori all'elaborazione di teorie generali, la cui validità è verificata da altre osservazioni sperimentali. L'utilità della matematica si manifesta specialmente qui: se alle teorie generali si riesce a dare una veste matematica, allora proprio la matematica può predire una serie di conseguenze e queste, a volte, sono più facili da verificare delle affermazioni iniziali; la matematica, pertanto, suggerisce le prove per convalidare la teoria, in quanto basta che una conseguenza predetta dalla matematica non sia sperimentalmente valida per fare dubitare di tutta la teoria. Umberto non accetta questo punto di vista, non accetta una riduzione della matematica a strumento, seppure potentissimo. La matematica tratta di svariati oggetti la cui natura è assai difficile stabilire, ma che comunque la contraddistinguono e che la rendono una scienza più articolata di un semplice strumento di deduzione. Il linguaggio della matematica, che sia algebrico, geometrico, analitico o anche logico (infatti Umberto vede meglio la logica matematica come parte integrante della matematica piuttosto che la matematica come provincia della logica) è stato elaborato a partire da «elementi primitivi» connaturati nel nostro cervello, di carattere geometrico/elementare ed aritmetico/elementare (primi numeri naturali), frutto dell'evoluzione biologica. L'evoluzione culturale, poi, ha permesso di sviluppare la matematica che conosciamo, capace in certi casi di fornire strumenti essenziali per la comprensione del mondo fisico circostante.

Questo libro non è un «giallo» ove l'investigatore giunge trionfal-

mente ad individuare il colpevole; sappiamo tutti che con queste ricerche non si arriva a conclusioni definitive; la speranza è quella di accumulare indizi, necessari per il lavoro di ogni investigatore. Pertanto riteniamo che il lettore non dovrebbe avere ritegno a leggersi la conclusione, prima di avere effettivamente concluso la lettura del volume; si tratta di tre paginette ove in termini piani le due impostazioni sono illustrate e confrontate. Naturalmente, l'interesse del volume non sta tanto lì, quanto nel suo svolgimento. È interessante, per esempio, osservare, a riprova del fatto che di un vero dialogo si tratta, come muti la posizione degli interlocutori, lungo il fluire del discorso. Edoardo osserva che nella nostra corteccia visiva vi sono delle cellule che sono sensibili a spigoli disposti orizzontalmente o verticalmente o in altre direzioni o che sono sensibili agli angoli (mentre non vi è traccia di nulla di simile per quanto riguarda i piani); Edoardo osserva anche che «sono parti diverse del cervello quelle che riconoscono, concepiscono e manipolano i numeri e le figure geometriche». È dopo queste osservazioni che Umberto precisa le proprie idee sugli oggetti della matematica, come elaborazione di «elementi primitivi» geometrici ed aritmetici, come abbiamo sopra detto. Così il lettore non si aspetti in questo volume un Socrate che con la maieutica estrae le idee corrette dai suoi interlocutori. Questo è, nella sua sostanza, un dialogo vero e proprio.

Cerchiamo, ora, di illustrare nelle grandi linee qualcuno degli argomenti trattati.

Posto il problema centrale del volume, il dialogo porta quasi subito ad una vecchia domanda che si credeva ormai sepolta: la matematica è invenzione o scoperta? La posizione platonica è a favore della matematica come scoperta. Umberto illustra questa posizione paragonando il matematico ad un navigatore del rinascimento che scopre terre nuove, terre che per lui esistono solo da quando sono state scoperte, ma che gli preesistevano. L'America non è nata con Cristoforo Colombo. Così è assai diffusa tra i matematici la consapevolezza di essere in grado di scoprire nuovi risultati, nuovi enti che hanno comunque una loro realtà (qualsiasi ne sia la natura) preesistente alla loro scoperta. Tra i maggiori matematici contemporanei che si sono avventurati nell'esprimere idee nel campo, Umberto ricorda in

questa posizione platonica, per esempio, Alain Connes e Roger Penrose. Ma questa visione non soddisfa nessuno dei due interlocutori che, seppure da posizioni diverse, sembrano essere d'accordo su quanto dice Edoardo secondo il quale la matematica procede sulla strada invenzione- scoperta- invenzione - scoperta. Inventato un nuovo oggetto matematico, se ne scoprono le proprietà che conducono a qualche nuova «invenzione» (i matematici preferiscono chiamarla «definizione»)... Per Umberto gli oggetti della matematica sono creazioni del pensiero, non scoperte, anche se su quegli oggetti si potranno poi fare delle scoperte. Un'altra visione della matematica è quella strettamente formalista che esaurisce la matematica nel rigore della logica; questa visione è certo molto più vicina al pensiero di Edoardo che a quello di Umberto il quale ricorda, anzi, nel confutarla, una bella affermazione di André Weil «la logica è l'igiene della matematica, non il suo alimento».

Non si può non essere d'accordo sul fatto che il contributo della matematica alle scienze fisiche sia importantissimo. Basta pensare che le leggi fondamentali della fisica sono tutte espresse in forma matematica. Lo stesso si può dire per l'astronomia. Non si può dire lo stesso per altre scienze come la biologia. Come mai? Questo è un altro dei problemi centrali affrontati in queste pagine. Secondo Edoardo, la matematica torna utile solo dopo che lo scienziato sperimentale ha già svolto un duro lavoro preliminare, consistente nella classificazione in «classi omogenee» del fenomeno sotto studio, ha individuato i parametri da studiare ed ha preparato i metodi di misurazione opportuni. Quindi: scelta dei parametri, loro misurazione ed, in terza battuta, viene la fase teorica. Questo discorso va integrato, a parere di Umberto; come posso scegliere i parametri sensibili se non ho una qualche teoria in testa? Vari esempi, desunti principalmente dalla storia della meccanica, sono illustrati, a favore dell'una o dell'altra visione. Se è vero che, come proclamava Galilei, serve *misurare ciò che è misurabile e cercare di rendere misurabile ciò che non lo è ancora*, è anche vero, come osserva Edoardo, che *misurare non è tutto*; bisogna sapere passare dalla fase di misurazione (quantificazione) alla fase di matematizzazione. E qui sta uno dei punti più difficili per le scienze sperimentali non fisiche. Mentre in

fisica le due fasi si muovono e si sono mosse tanto bene che a volte è difficile distinguere l'una dall'altra, in altre scienze come quelle sociali si «misura un poco tutto» senza riuscire a trarre risultati significativi, dove «significativi» vuol dire principalmente «predittivi». Edoardo si sofferma principalmente sulla biologia. Qui, per alcuni fenomeni la matematica è ben adatta; Boncinelli cita, a questo riguardo, lo studio della velocità con cui si sviluppa una cultura batterica, l'andamento della dimensione di due popolazioni di prede e di predatori, quello dell'evoluzione temporale della composizione genetica di una popolazione, ma si tratta di campi ben limitati se confrontati con l'ampiezza della moderna biologia. «Il grosso della biologia — dice Edoardo — non fa al momento alcun uso della matematica». C'è anche il pericolo che alcune scienze facciano uso della matematica un poco come si usa il vestito della domenica, senza avere modo di usarlo nel lavoro di tutti i giorni. Per la biologia, però, bisogna osservare che di sforzi verso una matematizzazione di alcune sue parti se ne stanno facendo: enormi quantità di dati, per esempio, provengono e proverranno dai progetti di determinazione della sequenza nucleotidica completa di certe specie. Questi progetti, come il «Progetto Genoma», hanno portato ad una collaborazione operosa e fattiva di biologi, informatici teorici, matematici, ... (il nostro lettore può leggere su questo argomento l'articolo di Raffaele Giancarlo e Sabrina Mantaci, *Contributi delle Scienze Matematiche ed Informatiche al Sequenziamento Genomico su Larga Scala* su questo Bollettino). Stanno comparando modelli matematici di fenomeni biologici, studi affascinanti a volte assai belli; Edoardo tuttavia, è ancora scettico. Boncinelli osserva «Ho ... sul mio computer ... l'intera sequenza del genoma della drosophila, ... Che ne farò?» Anche i modelli di cui si diceva sono, al momento, di utilità pratica quasi nulla per il biologo. In realtà, in campo biologico, speranze se ne possono avere; la principale per Edoardo sembra essere che, come si distinguono nella fisica, la fisica sperimentale e la fisica teorica, queste ricerche possano aiutare a sviluppare accanto alla biologia attuale, scienza essenzialmente sperimentale, una biologia teorica. Umberto aveva osservato come dalla massa di dati in possesso del suo maestro Thyco Brahe, Keplero fosse stato capace di dedurre che per studia-

re i movimenti dei pianeti «le ellissi servono meglio allo scopo dei cerchi di Aristotele, Tolomeo e Thyco». Con queste nuove conoscenze anche se si era giunti ad una descrizione assai precisa di certi fenomeni celesti, non si può dire che si fosse ancora giunti alla matematizzazione della teoria che verrà ottenuta solo con Hooke e Newton. Ci si può, pertanto ragionevolmente domandare, nello spirito di questo volume, se qualcosa del genere non stia avvenendo nelle scienze biologiche. Bisogna ricordare che lo sviluppo della meccanica fu assai agevolato dall'avere i sapienti dell'epoca già in mano metodi e risultati solidissimi forniti loro dalla geometria, mentre non si vede quale analogo riferimento matematico possano avere i biologi. Quindi diamo tempo al tempo. Forse stiamo proprio ora entrando nell'età kepleriana della biologia? O forse già ci siamo? Questa nostra illazione i nostri amici non la esprimono esplicitamente; tuttavia Edoardo afferma che «secondo le speranze più rosee ... qualche futuro genio escogiterà una nuova branca della matematica che potrà essere applicata con successo alla biologia...» Forse queste speranze sono troppo rosee. Di certo i nostri di più non ritengono che si possa dire se concludono la trattazione di questo argomento e con questa tutto il libro con un semplice ed un poco deludente «Staremo a vedere».

Passiamo ancora ad un altro argomento che qui viene toccato più volte: il rapporto matematica/cervello (a questo proposito il nostro lettore è rimandato anche all'articolo di Gabriele Lolli, *La matematica, la mente, il cervello* sul nostro Bollettino, Aprile 2000, 121-146). Si tratta di un tema che ovviamente affascina, ma che è tradizionalmente difficile, rischioso da affrontare, con molti richiami filosofici. In questi ultimi tempi, attraverso l'uso di moderni strumenti di analisi, possiamo andare a vedere quali parti del cervello sono al lavoro in determinate circostanze. Si tratta di una autentica rivoluzione che la tecnologia ha messo a disposizione dello studioso del cervello per esaminarne la funzionalità. Gli strumenti di cui brevemente parla Edoardo sono la risonanza magnetica, la risonanza magnetica funzionale e la PET (positron emitting tomography). Ebbene, si è verificato che la capacità di eseguire calcoli approssimati interessa certe parti del cervello umano, ma che l'eseguire calcoli precisi (anche

semplici somme) interessa parti diverse dalle precedenti e situate nell'area linguistica. Negli animali l'area linguistica non compare. Di più, come già abbiamo accennato, sono ancora diverse le aree cerebrali preposte al trattamento dei numeri e quelle preposte al trattamento delle figure geometriche. Non c'è dubbio, ad opinione di Edoardo, che all'inizio il nostro cervello tratti in modo diverso la aritmetica «elementare» e la geometria «elementare». Per quanto riguarda, invece, la matematica più avanzata, quella che si occupa insieme ed a volte in modo unificato, di algebra, geometria, analisi, ... le aree preposte non sembra siano localizzate ma diffuse; *tutto quello che è più evoluto e culturalmente determinato si trova più distribuito*. Quindi la matematica coinvolge molto ampiamente la nostra attività cerebrale. La parte del volume ove questi problemi vengono discussi ha certamente una grande attrazione per i lettori matematici. Alcuni dei risultati qui esposti si potevano in qualche modo prevedere. Per esempio, osserva opportunamente Edoardo che nei bambini la capacità di trattare questioni aritmetiche elementari non è correlata con la capacità di trattare questioni elementari di geometria; c'è chi riesce bene in un campo e meno bene nell'altro e viceversa. Il punto è che ora queste conoscenze, queste osservazioni sparse acquisiscono il significato di conferme di dati sperimentalmente sicuri. Dati dei quali dovrà tenere conto qualsiasi futura teoria sulla creatività scientifica. Questo fatto, ad opinione di chi scrive, è di grandissimo momento. Viene in mente un altro esempio. Nel libro di Eva Curie dedicato alla vita della madre (*Vita della Signora Curie*, Arnoldo Mondadori Editore), si legge di come un giorno Eva tornando a casa tardi trovi ancora la madre Maria sveglia a studiare e fare calcoli. Maria viveva in Francia da moltissimo tempo, trattava da moltissimo tempo di matematica e fisica in francese con colleghi e studenti, aveva lasciato la Polonia da decine di anni. Eva sente la madre tra sé e sé nella serenità della propria casa, fare dei calcoli; li faceva in lingua polacca come li aveva fatti sessant'anni prima seguendo le prime lezioni di aritmetica. Questo mi veniva in mente leggendo quello che dice Edoardo: «Un individuo bilingue impegna l'area linguistica corrispondente alla sua lingua madre per eseguire un calcolo preciso...», corrispondentemente al fatto che l'a-

rea preposta al calcolo è situata, appunto, nell'area linguistica. Così la precisa osservazione di Eva Curie non riguardava una caratteristica del modo di ragionare della madre; si trattava di una osservazione che ha validità generale.

Naturalmente le osservazioni sperimentali su cervello e matematica portano a parlare di filosofia della scienza e di storia della matematica, a ridiscutere idee di Kant, di Hilbert, di Poincaré... Queste discussioni sono tra le parti più importanti del volume. È da osservarsi, anzi, che tutto il volume è fortemente impregnato di una impostazione storico/scientifica ed in particolare storico/matematica che, tra l'altro, permette con ampie e — oseremmo dire — continue esemplificazioni di chiarire i concetti di cui si parla e di connetterli opportunamente.

In questa sede, noi dobbiamo ovviamente fermarci nell'esemplificare gli argomenti trattati dai nostri due interlocutori, e non possiamo pertanto seguire i nostri interlocutori anche in questo campo. Concludiamo, pertanto, qui il breve elenco degli argomenti trattati, non senza però, mancare di ricordare che parecchie pagine sono dedicate alla nozione di simmetria e di rottura della simmetria (a questo proposito il nostro lettore è rimandato all'articolo di Primo Levi, *L'asimmetria e la vita*, con commento di Tullio Regge apparso sul nostro Bollettino, agosto 1998, 131-144).

Il lettore si potrà domandare la ragione del titolo un poco bizzarro di questo libro. Ecco come gli autori lo spiegano. La matematica appare come strumento di altre scienze, quindi, come dice Boncinelli, essa è una sorta di *ancilla scientiarum*, ma essa consente di esprimere leggi che prevedono lo svolgersi dei fenomeni ed addirittura a volte suggerisce anche formidabili sviluppi delle altre scienze. Si pensi al ruolo svolto dalle equazioni di Maxwell. «Maxwell — ricorda Bottazzini — dedusse con metodi matematici dalle sue equazioni» la possibile esistenza delle onde elettromagnetiche e calcolò che tali onde si propagavano alla velocità della luce. «Da lì ebbe origine la teoria elettromagnetica della luce». Solo *ancilla scientiarum*, dunque? No, meglio vedere la matematica come «la serva padrona».

Il volume non è ed assolutamente non vuole essere una trattazio-

ne sistematica su cosa è la matematica e di come essa inferisca con le altre scienze. È quindi interessante domandarsi dopo avere ricordato, come abbiamo fatto, qualcuno degli argomenti trattati, quali argomenti qui assenti avrebbero potuto dare altri contributi alla discussione. Certo la chimica. Essa, come disciplina, in qualche verso, «tra la fisica e la biologia» poteva darci qualche indicazione utile; dall'altra parte, quando si parla di scienze ove la matematica non è tradizionalmente presente, ma che usano modelli e fanno sfoggio sempre più di frequente di strumenti matematici, pochi sono i cenni alla economia in cui la matematica svolge un ruolo sempre crescente. Il pensiero di alcuni Grandi pervade, in qualche modo, tutto il presente dialogo. Gli scienziati o filosofi la cui presenza è qui più incombente sembrano essere Kant, Galilei, Newton, Hilbert, Poincaré, oltre che Pitagora, Euclide, Eulero, Godel.

Passiamo, ora, alla leggibilità del volume. Entrambi gli autori sono assai esperti nella divulgazione delle scienze ad alto livello e qui si vede bene che di questa loro capacità fanno largamente uso. Per esempio, sembra un artificio interessante quello di immettere nella domanda qualche dato elementare sul problema di cui si parla, dato che certamente è ben noto all'interlocutore, ma non necessariamente al lettore. Questo espediente evita il riferimento ad un largo corredo di note che altrimenti diverrebbe necessario (ma forse qualche citazione precisa di idee o di passaggi importanti sarebbe stata utile).

Quale è il pubblico cui si può consigliare il volume? Certamente un pubblico abbastanza colto sul piano scientifico; questo non è un libro di facile accesso al «grande pubblico»; ma sembra destinato a chi abbia una base culturale matematica, fisica o biologica come è appunto il caso dei lettori del Bollettino. Certamente a loro il volume è agibile ed è per questo che lo abbiamo recensito. La formulazione delle idee degli autori attraverso il dialogo in qualche caso avvince e spinge quasi il lettore ad intervenire nella discussione, ma non sempre semplifica la trattazione che, soprattutto nelle prime pagine, può risultare di lettura un poco faticosa. Per questo può essere consigliabile, come si diceva all'inizio, avere uno schema del discorso, passando alla lettura della breve e chiara conclusione, anche prima di finire

la lettura del volume. Il testo è suddiviso in quattro capitoli; comprendiamo che non è facile distinguere capitoli in un discorso che per sua natura prende in modo inaspettato vie diverse; ci sembra, comunque, che una suddivisione più fine in più capitoli o mediante l'uso di più paragrafi sarebbe stata auspicabile. Come si è visto molte sono le ragioni di interesse che i nostri lettori potranno trovare in questo volume; alcuni lettori saranno spinti ad ulteriori approfondimenti o perlomeno ad ulteriori aggiornamenti; a questo scopo servirà il breve elenco delle letture consigliate, posto nelle pagine finali. L'indice dei nomi citati, anche questo situato alla fine del volume si potrà pure dimostrare utilissimo.

Salvatore Coen, Dipartimento di Matematica, Università di Bologna
coen@dm.unibo.it