

*"Matematica non è sapere"*

G.W.F. Hegel

*"Un demone ha lanciato un incantesimo  
su questa posizione e l'ha esclusa  
dal nostro spazio"*

L. Wittgenstein

Simpatie esterne e reazioni interne; le caratteristiche di un paradigma?

Che una teoria scientifica costituisca l'oggetto di un dibattito può essere considerato relativamente normale. In caso contrario come sarebbe possibile spiegare l'evoluzione di un settore culturale di tanta rilevanza sociale come quello scientifico? E' proprio a questo problema che si tenta di trovare delle risposte attraverso il modello "logico" di Popper o con quello "rivoluzionario" di Kuhn<sup>(1)</sup>, che però danno delle soluzioni quasi sempre inconciliabili. Risulta invece assai raro oggi che un simile dibattito fuoriesca dalla comunità dei ricercatori scientifici per investire il mondo culturale generale e l'opinione pubblica. Se capita potrebbe venire incrinata in tal modo l'immagine -falsa - di una conoscenza scientifica elaborata nel chiuso di torri d'avorio per considerarla invece come il prodotto di particolari soggetti sociali, portatori in quanto tali -ne siano o no consapevoli- di scelte, di idee e progetti che travalicano la singola disciplina specialistica.

Le scienze discusse non possono allora che esserlo in rapporto a qualche implicazione sociale e politica evidente; così la genetica in rapporto all'ingegneria genetica, a Lysenko, al destino biologico degli uomini, così la fusione nucleare in rapporto alle fonti di energia, all'ecologia, agli armamenti atomici, così l'astrofisica in rapporto ai voli spaziali ed alle tecnologie per l'informazione. Ma d'altra parte le potenzia-

---

1) Popper 1934; Kuhn 1962

lità radicalmente trasformativa di un simile confronto vengono spesso disinnescate dal muro invalicabile che viene elevato quasi sempre, tra il valore conoscitivo delle scienze e la loro utilizzazione tecnologica, tra il singolo risultato scientifico e la concezione del mondo l'ideologia l'ambiente culturale e politico, tra il prodotto scientifico -il teorema la teoria l'esperimento- ed il modo di produzione- le istituzioni scientifiche le regole accademiche i grandi laboratori. Si ottiene così il risultato socialmente stabilizzante e rassicurante, che la gente seguirà a ritenere la comunità degli scienziati come depositaria di certezze eterne e di poteri quasi miracolosi, mentre la casta degli scienziati seguirà a cullarsi nell'utile illusione dell'autonomia assoluta. Senza voler insistere sul fatto che si risparmiano in tal modo dei seccanti rendiconti a chi fa concretamente le scelte di politica scientifica, spendendoci la bazzecola di qualche percentuale del prodotto interno lordo.

Questo quadro non stimola certo lo svilupparsi e l'approfondimento di discussioni generali sulla e nella comunità scientifica, anzi si fa subito ostruzione a ciò invocando il dogma epistemologico che se un argomento è troppo controverso esso non può avere statuto di scientificità. Viene di solito considerato inutile e dannoso allargare il confronto a temi non specialistici e di carattere generale in quanto si uscirebbe dalla ricerca scientifica per contaminarsi con la filosofia, con la sociologia o peggio con la politica. E' quindi tanto più sorprendente l'attuale controversia sulla teoria delle catastrofi di René Thom<sup>(2)</sup> non solo perché costringe, piaccia o meno, a fare i conti con quegli aspetti di una teoria che in genere vengono minimizzati, cancellati od ignorati, ma anche perché scaturisce da un settore come la matematica che sembrerebbe essere il meno discutibile, il meno carico di valenze socializzabili, il più neutrale di tutti insomma.

---

2) Thom 1972

Ben a ragione quindi Guckenheimer fa notare come  
I matematici di rado catturano l'attenzione persino all'interno  
della comunità scientifica

e come

Una controversia dell'intensità di quella generata dalla Teo-  
ria delle Catastrofi è altrettanto rara in matematica quanto  
l'attenzione che Zeeman ha attirato<sup>(3)</sup>.

Questa teoria è arrivata infatti su giornali come *Le Monde*, *Il Corriere del*  
*la Sera*, *L'Unità*, *La Repubblica*, *Newsweek* il *Times Literary Supplement*<sup>(4)</sup>.  
Ha coinvolto con alcuni articoli e decine di lettere non solo riviste di  
argomento matematico come *Asterisque* o la *SIAM review* o *The Mathematical*  
*Intelligencer*, ma già *Nature*, *Science*, *New Scientist*, *Scientific American*,  
*Le Science*, *Sapere*, *Fundamentae Scientiae*, *American Scientist*<sup>(5)</sup> che  
accolgono tutti i settori scientifici e quando non hanno la storia ed il  
prestigio di *Nature* sono l'organo ufficiale della American Association  
for the Advancement of Science, contribuendo in ogni caso a formare, an-  
che presso il vasto pubblico, l'immagine delle scienze. Ma si sono veri-  
ficati interventi anche su riviste culturali e filosofiche come *Critique*,  
*Dialectica*, *Synthèse* ed enciclopedie famose gli hanno dedicato delle vo-  
ci<sup>(6)</sup>. Spesso gli articoli pubblicati riportano lezioni fatte in sedi  
che hanno prestigio scientifico e rilevanza culturale (come la Hitchcock  
Lecture tenuta da Zeeman a Berkeley nel 1977 e la von Neumann Lecture te-  
nuta da Thom a Chicago nel 1976) od in convegni che per brevità possiamo  
definire

---

3) Guckenheimer 1978,15

4) Thom 1976d; Piattelli Palmarini 1977a e 1977b; Ballardin 1978; Giorel-  
lo & Mondadori 1977; Angeloni 1978; Regazzoni 1977; Zeeman 1971, Pana-  
ti 1976.

5) Thom 1976a e 1977a; Guckenheimer 1978; Stewart 1978; Tessier 1978; Goo-  
dwin 1973; Zahler & Sussmann 1977; Zeeman 1977b; Bellairs et al. 1977;  
Stewart 1977a; Berry 1977; Guckenheimer 1977; Woodcock 1977; Lewis 1977;  
Rosen 1977; Deakin 1977; Stewart 1975; Walgate 1975; Croll 1976; Thom  
1976c; Rosenhead 1976; Chillingworth 1976b; Zeeman 1976; Marmo & Vitale  
1977; Thom 1971; Dieudonné 1973.

6) Thom 1974a; Levy-Leblond 1977; Thom 1977c; Thom 1975a e 1975b; Sussmann  
& Zahler 1978; Thom 1973a; Pomian 1977; Stewart 1977b; Sussmann 1975; si  
vedano anche i saggi ristampati in Thom 1974b.

interdisciplinari. Non tutti gli interventi riguardano direttamente ed esplicitamente la teoria delle catastrofi ma ne rappresentano o delle premesse necessarie e delle fasi di incubazione (come le giornate organizzate dal biologo Waddington a Como) o dei corollari necessari e delle posizioni coerenti (come l'intervento di Thom a Luxembourg). In Italia Thom ha girato da Venezia a Pisa e da Lecce a Torino con diverse tappe intermedie e mai l'interesse si è limitato ai soli matematici, tranne forse che a Pisa<sup>(7)</sup>.

Alcuni di questi saggi sono stati perfino scritti in chiave politica<sup>(8)</sup>, onore abbastanza raro per settori non direttamente sociali o non facilmente socializzabili, ed anche questo è un indizio della singolarità della Teoria della Catastrofi (seguiteremo a chiamarla così TdC perché è invalso nell'uso nonostante che il termine teoria sia fuorviante come spiegheremo)<sup>(9)</sup>.

Se queste caratteristiche di popolarità relativa e di controversia ne fanno un caso unico nella matematica d'oggi non bisognerebbe lasciarsi sfuggire un altro aspetto della questione che a mio avviso vale la pena di osservare; la diversa accoglienza riservata alla TdC da parte di comunità di ricercatori con caratteristiche nazionali diverse. Di fatto Thom -in quanto autore della TdC- è stato quasi ignorato in Francia, nonostante che sia francese e lavori all'Institut des Hautes Etudes Scientifiques di Bures-sur-Yvette, tanto che egli stesso chiama l'articolo di Levy-Leblond su *Critique* del 1977

La prima critica francese della teoria delle catastrofi<sup>(10)</sup>.

7) In Waddington 1968 e volumi seguenti sono pubblicati gli atti degli incontri tenuti a Como a partire dal 1966; Thom 1976e; Thom è stato a Pisa nel 1970, ad Urbino nel 1971, a Venezia nel 1973, a Lecce nel 1975, a Torino Milano Padova nel 1977, a Montecatini nel 1978. Le lezioni fatte a Pisa e gli interventi di Venezia ed Urbino si trovano in Thom 1974b,7,314,178; quello di Lecce in Donini et al. 1977,29.

8) Levy-Leblond 1977; Marmo & Vitale 1977

9) Thom nega che si tratti di una teoria nel senso de "la teoria di Newton della gravitazione o la teoria di Darwin dell'evoluzione" Thom 1977d,26

10) Thom 1977c,675.

E Levy-Leblond è un fisico teorico che non fa testo come termometro della situazione perché la sua sensibilità a questo dibattito gli deriva dalla condizione particolare di duro critico (da posizioni di estrema sinistra)<sup>(11)</sup> dell'attuale "progresso scientifico". Da quello che appare attualmente sulla letteratura il maggior interesse e simpatia per la teoria viene dall'Inghilterra dove sono state portate avanti posizioni anche di appoggio attivo e di arricchimento della TdC<sup>(12)</sup>. In Inghilterra o da inglesi sono stati pubblicati o scritti i primi libri (a parte quelli di Thom) completamente dedicati all'argomento<sup>(13)</sup>. Le repulse, gli attacchi e le critiche esplicite sono venute soprattutto dagli USA: la recensione di *Stabilité Structurelle et Morphogénèse* da parte di Guckenheimer, gli interventi di Bari-Kolata, Sussmann e Zahler<sup>(14)</sup>.

Questi sono più che indizi di come una teoria, in particolar modo se non convenzionale, venga recepita diversamente in ambienti scientifici e culturali differenti. Se si considera interessante -e dovrebbe esserlo almeno per i sociologi delle scienze- trovare delle spiegazioni a questo fenomeno incontestabile, la *conditio sine qua non* sarà di considerare la teoria nella sua complessità e globalità senza operare delle riduzioni arbitrarie che ne espurghino i lati filosofici (meglio ideologici) o gli elementi non specialisticamente matematici. Come senza microscopio non si vedono le catene molecolari così senza la lente ideologica non si vedono le interazioni tra teoria e contesto scientifico-culturale. Se è lecito supporre che questo problema della dipendenza dall'ambien

---

11) Jaubert & Levy-Leblond 1973

12) Innanzitutto Zeeman 1977a ed altri come Chillingworth 1976a, lo Stewart di Poston & Stewart 1976 e 1978.

13) Zeeman 1977a; Poston & Stewart 1976 e 1978; Bröcker 1975. Ma altri libri sulla TdC sono Woodcock & Poston 1974; Lu 1976; Hilton 1976. Negli USA è appena uscito A. Woodcock & M. Davis 1978

14) "René Thom ha scritto un libro provocatorio" Guckenheimer 1973, 878; Sussmann 1975 e 1978; Sussmann & Zahler 1978; Zahler & Sussman 1977; Bari-Kolata 1977.

te non interessi la grande maggioranza dei matematici, non lo sarebbe invece pensare che esso sia stato ignorato dagli storici, dai filosofi e da tutti gli scienziati attivi. Basti pensare a Marx, Spengler, Schroedinger, Kuhn e Forman<sup>(15)</sup>.

Ma perché è esplosivo questo caso della TdC, e perché ha provocato reazioni di rigetto tanto esplicitamente e singolarmente dure? Non usuali soprattutto per una comunità come quella scientifico-matematica che tende a tacere o ad esorcizzare elementi fondamentali per la sua sopravvivenza -come la scelta ed il finanziamento dei settori considerati rilevanti, come le regole del gioco della carriera accademica. Sono questioni tanto importanti che senza di esse non si dà oggi alcuna ricerca scientifica e viene alle volte di pensare a quello che Voltaire diceva del sesso e del denaro: tutti sanno che esiste, risulta impossibile farne a meno, ma è sconveniente parlarne.

Sono state date spiegazioni che pur cogliendo degli elementi di verità girano intorno alle cause più profonde e sostanziali. La parola "catastrofe" viene talvolta (mis) interpretata in senso negativo come esito luttuoso e tragico. Qualche rivista ha illustrato ad esempio la teoria pubblicando la foto di un terreno arido e desertico tutto screpolato come esempio di catastrofe<sup>(16)</sup>. Quindi si otterrebbe della popolarità facile facendo leva sul senso di crisi (altro termine misinterpretato solo in senso negativo<sup>(17)</sup>) che pervade le società industrializzate e complesse come le nostre e che favorisce il filone letterario - cinematografico "catastrofico", la ripresa dell'occultismo, delle sette religiose, dell'irrazionalismo. Ma questa spiegazione è superficiale

---

15) Marx & Engels 1932; Spengler 1918; Schrödinger 1932; Kuhn 1962; Forman 1971

16) Ballardin 1978

17) Si veda invece Starn 1971; Donini & Tonietti 1978,17.

e non regge. Innanzitutto perché questa presentata sopra non è la TdC, ma la sua caricatura deformata: anche il battito cardiaco, le caustiche che si formano sul fondo di una piscina soleggiata o le screpolature di un castagnaccio ben cotto sono esempi di catastrofi. Questa teoria tratta infatti, attraverso tecniche matematiche "continuiste" come vedremo meglio, dei fenomeni in cui si danno dei cambiamenti qualitativi bruschi, delle discontinuità nel comportamento, dei mutamenti di forma<sup>(18)</sup>. Quindi il far leva sui sentimenti di sfiducia nel progresso e sul senso di decadenza della civiltà scientifica, se giustifica qualche intervento sui rotocalchi, non spiega affatto l'interesse controverso suscitato nella comunità scientifica.

Allora per questa ultima si tira fuori la spinta verso la matematizzazione Presente soprattutto nei settori non esatti delle scienze sperimentali, farebbe guardare alla teoria delle catastrofi come ad un facile mezzo per ottenere lo statuto epistemologico più elevato che certuno attribuisce alla matematica ed alla fisica (secondo Popper ed i neopositivisti logici addirittura tutte le scienze dovrebbero uniformare i loro protocolli normativi a queste ultime, le uniche vere scienze)<sup>(19)</sup>. E' vero che la teoria è risultata particolarmente attraente per i biologi, come si può vedere dalla recensione favorevole a *Stabilité Structurale* di un biologo o dalla stessa prefazione di Waddington al libro (e non a caso perché Thom l'ha incubata a fronte di alcuni problemi della biologia<sup>(20)</sup>). In ingegneria, in architettura, nelle scienze del comportamento, ne sono stati tratti modelli per lo studio della forma delle navi,

---

18) Oltre a Thom 1972 e Zeeman 1977a per una esposizione divulgativa si può vedere Zeeman 1976 e Stewart 1975. Per il necessario approfondimento delle tecniche matematiche si veda anche Bröcker 1975; Lu 1976; Poston & Stewart 1978.

19) Levy-Leblond 1977. Si confronti D'Arcy Thompson 1917,1

20) Goodwin 1973; Thom 1972,5-8; Waddington 1968-1972; Zeeman 1977a.

della stabilità degli archi e si è arrivati all'infelice applicazione sociologica alle rivolte nelle carceri <sup>(21)</sup>. Ed è altrettanto vero che alla corporazione dei ricercatori scientifici piacciono molto tutte le innovazioni che si prestano a nuova produzione cartacea, pur conservando l'illusione di quel rigore, oggettività e neutralità ideologica considerata così connaturata alla matematica. Ma questo discorso non vale anche per la immissione delle teoria dei gruppi nella fisica delle alte energie? Non vale soprattutto per la moda strutturalista sotto il cui patrocinio ed ispirazione si sono insiemizzate ed algebrizzate la linguistica, la letteratura, la genetica, l'antropologia e tutti quei settori scientifici e culturali non esatti e talvolta neanche sperimentali che volessero matematizzarsi all'insegna del "discreto" e di relazioni sincroniche?

Se non si può ovviamente liberare la TdC dalle regole del gioco scientifico che la circondano e la condizionano profondamente (almeno Thom le ha stigmatizzate, cosa che non si può dire di molti altri <sup>(22)</sup>) bisogna però riconoscere le profonde differenze che la separano dalle precedenti forme di matematizzazione. Mentre queste erano del tutto coerenti con la concezione algebrico-formalista maggioritaria della matematica, ad esempio il bourbakismo in Francia negli anni '60, la singolare ottica -a cui non sono estranee le tecniche di topologia differenziale adoperate - della TdC implica delle modifiche sostanziali, piacciono o meno, a partire proprio dai principali settori matematici. Contrariamente al solito non si tratta cioè di travasare tecniche matematiche, cosa che al più produce mutamenti nel recipiente di arrivo, bensì di un processo

---

21) Soprattutto Zeeman 1977a; Rosenhead 1976; Benincasa 1978.

22) Thom 1973a.

che cambia l'immagine stessa della matematica. Se così non fosse non si spiegherebbe la reazione di rigetto esplicito o di silenzio imbarazzato della maggioranza della comunità dei matematici. Mentre nel caso contrario si sarebbero invece sentiti i commenti compiaciuti di chi vede le proprie ricerche utilizzate ed il proprio prestigio accademico aumentare.

Per raggiungere il nocciolo duro dell'*affaire* TdC bisogna allora soprattutto capire come la discussione intorno ad esso vada inquadrata in quella che riguarda l'avvenire delle matematiche e delle scienze. La TdC coglie infatti, da un lato, l'esigenza di mutamento dell'assetto scientifico a partire in specifico dalla matematica, essendone un indizio rilevante; dall'altro mette in luce le resistenze e le reazioni tese a garantire che questo mutamento sia al più un arricchimento progressivo di vecchi metodi e teorie senza salti di qualità.

Ora l'esigenza di mutamento non può che nascere da una crisi - se tutto andasse bene perché cambiare? - e la crisi nel caso della matematica è percepita in modo diverso all'esterno od all'interno della comunità dei ricercatori. Man mano che si va verso l'esterno la crisi viene valutata positivamente come possibilità di rivalse di settori considerati secondari, ad esempio la matematica applicata rispetto alla matematica pura, le scienze empiriche rispetto alle scienze formalizzate, le filosofie critiche ed analitiche rispetto a quelle positivistiche e così via. Nel contesto sociale generale quindi la teoria delle catastrofi non deve essere svilita a facile vellicamento di sensibilità antiscientifiche, ma valutata piuttosto in rapporto alle più o meno radicali critiche portate alle attuali scienze <sup>(23)</sup>. Essa, come queste ultime, pone l'esigenza del mutamento delle regole del gioco, dei pesi relativi tra i vari settori, del modo

---

23) Jaubert & Levy-Leblond 1973; Rose & Rose 1976a e 1976b; Hodgkin 1976; Ciccotti et al. 1976, Donini & Tonietti 1977; Baracca & Rossi 1976.

generale di guardare alla conoscenza scientifica, del rapporto scienza/te  
cnologia, scienza/ideologia, scienza/società.

Non credo che le critiche alle scienze per quanto dure e radicali pos-  
sano essere liquidate come irrazionaliste (in effetti l'inquinamento nu-  
cleare e l'instupidimento insiemistico sono ben reali e tangibili)<sup>(24)</sup> od  
antiscientifiche. Lo diventano solo man mano che ci si lascia incapsula-  
re sempre di più nelle cittadelle delle scienze. In questa ottica si ca-  
pisce perché il giudizio sulla TdC diventa in genere tra i matematici o  
tra i fisici ripulsa completa. In quanto non rientrante nei loro statu-  
ti epistemologici essa è non-scienza, non-matematica. E Thom, medaglia  
Field nel 1958, inventore del cobordismo, coinventore della Topologia dif-  
ferenziale, perde quando si dedica alla TdC la qualifica di matematico  
per acquisire quella meno preoccupante per i suoi colleghi, di filosofo.

Si può allora spiegare a mio avviso la relativa popolarità della con  
troversia. Essa coglie, diffusi nel contesto della società, gli umori di  
critica delle scienze e rappresenta in certa qual misura anche le in-  
quietudini ed il senso di frustrazione che si provano di fronte alla or-  
mai ipertrofica macchina scientifica. D'altra parte le "vives reactions  
de reject"<sup>(25)</sup> dichiarate, come quelle in USA, o tacite, come quelle  
francesi, sono comprensibili se si considerano le abitudini epistemolo-  
giche implicite che Thom mette in discussione, insieme ai vecchi equili-  
bri tra settori diversi di ricerca frutto di sessant'anni di evoluzione  
scientifica.

Esiste evidentemente all'interno del mondo matematico internazionale  
che si sente messo in pericolo, se dovessero realizzarsi dei cambiamenti  
radicali. Non potrebbe appannarsi l'egemonia scientifica che è indubbia-

---

24) Jungk 1977; Bettini 1977; Ciliberto et al. 1977; Thom 1971 e 1973b:  
Kline 1973 e 1977; Baruk 1973 e 1977; Tonietti 1977;

25) Thom 1977c, 675.

mente statunitense in tutti i campi, a partire dalla matematica come ci viene ricordato ogni quattro anni dai congressi internazionali dei matematici, se dovessero entrare in crisi le pratiche della ricerca e le concezioni teoriche su cui oggi si poggiano le scienze? E la Francia non perderebbe forse parte del suo indiscusso prestigio, legato al modello bourbakista o (meglio) ai risultati della geometria algebrica, se la matematica cosiddetta applicata erodesse degli spazi a quella pura? Ma d'altra parte

c'è la sensazione che, se la TdC non riesce a sostenere le pretese attribuitele, allora l'importanza di tutta la matematica applicata sarà minacciata(26).

Così una discussione su cosa si deve intendere per matematica applicata è inevitabile e si apre la controversia con Zeeman sulla possibilità di dare della TdC una lettura "newtoniana", cioè di trarne delle predizioni empiriche. Fino a che punto quindi sarà lecito non tener debito conto della tradizione scientifica inglese che viene dal '600 e che forse approfitta del caso Thom per riaffiorare in un contesto novecentesco posthilbertiano a lei quasi ostile?

Tener conto di tutti questi fattori è essenziale per capire il rapporto tra TdC ed evoluzione delle matematiche. Ma già un risultato parziale è stato conseguito a questo punto: la TdC, considerati tutti i fatti anche sociologici che abbiamo brevemente descritto, non può essere considerata una teoria in senso "normale", che in genere non è corredata di tutti questi corollari. Essa è **piuttosto**, lo ripetiamo, un punto di vista sulla matematica e sulle scienze atipico e non ortodosso

---

26) Guckenheimer 1978,19.

per la comunità dei matematici, essa ha quindi molte delle caratteristiche di fondo per assomigliare a quello che Kuhn chiama un paradigma <sup>(27)</sup>. Per poter capire la portata di questo paradigma - se esso cioè è nuovo o vecchio, se corrisponde ad una rivoluzione scientifica o meno, se è veramente incompatibile con l'attuale comunità dei matematici come sembra o verrà riassorbito ed annullato tranquillamente - bisognerà andare molto più a fondo nelle questioni scientifiche e culturali. Infatti questo è stato fatto fino ad ora nella letteratura solo in modo molto parziale, ignorando alcune delle questioni poste sopra e soprattutto non tenendo conto dell'evoluzione storica. E se non si esamina anche la storia della matematica, con la quale nessuno fino ad ora ha illuminato il nostro problema per quanto mi risulta, insieme al suo stato presente non è possibile parlare con cognizione di causa del suo avvenire. Ma forse anche queste opinioni di Poincaré <sup>(28)</sup> sono state da molti ignorate, dimenticanza che come vedremo fa anch'essa parte del dibattito sul paradigma delle catastrofi.

Se è vero che un paradigma atipico non implica automaticamente una rivoluzione scientifica, essa è una condizione necessaria ma non sufficiente, va tenuto altresì sempre presente come le posizioni sostenute da Thom non si inquadrano nel normale panorama scientifico internazionale ed almeno fino ad ora non si sono lasciate riassorbire. Aspetto questo non ben capito neanche da alcuni interventi, in chiave politica e/o marxista classica, tesi ad annullarne le potenzialità trasformative ed a farne la solita articolazione interna del gioco scientifico delle parti <sup>(29)</sup>.

---

27) Kuhn 1962

28) Poincaré 1908,19

29) Levy-Leblond 1977; Marmo & Vitale 1977.