

NUOVA CIVILTÀ DELLE MACCHINE SEFIR

IRREVERSIBILITÀ

GIOVANNI PISTONE

1. PANNENBERG SULL'IRREVERSIBILITÀ

Nel 1981 Wolfhart Pannenberg pubblica un articolo dal titolo provocatorio: *Domande teologiche agli scienziati*.¹ Non solo il titolo è una provocazione, ma anche la premessa lo è: le inusuali domande del teologo allo scienziato ribaltano l'usuale concezione dei due libri (la Bibbia e la Natura) o dei due linguaggi (Religione e Scienza), indipendenti e incomunicanti. Pannenberg giustifica il fatto di porre queste domande in questo modo.²

Se il Dio della Bibbia è il creatore dell'universo, allora non è possibile comprendere appieno e neppure adeguatamente i processi della natura senza fare riferimento a quel Dio.

Queste domande interpellano in particolare lo scienziato cristiano, che fatica più di altri ad ammettere che il metodo di esame della rivelazione biblica possa essere diverso da quello applicato all'evidenza che viene dal creato.

Le domande sono queste.³

- (1) *Vista l'importanza della contingenza nel mondo naturale, è concepibile di rivedere il principio di inerzia o quantomeno la sua interpretazione?*
- (2) *La realtà della natura deve essere compresa come contingente e i processi naturali devono essere compresi come irreversibili?*
- (3) *Nella moderna biologia c'è un qualche equivalente della nozione biblica di spirito divino come origine della vita che trascende i limiti dell'organismo?*
- (4) *È concepibile una qualche relazione effettiva del concetto di eternità con la struttura spazio-temporale dell'universo fisico?*
- (5) *L'affermazione cristiana di una fine imminente di questo mondo, che in qualche modo invade il presente, è in qualche misura conciliabile con le estrapolazioni scientifiche di una persistente esistenza dell'universo per molti miliardi di anni a venire?*

Versione: 8 maggio 2010.

¹Prima pubblicazione come Pannenberg (1981), poi riprodotto nella raccolta Pannenberg (1993) che contiene, oltre ad altri articoli rilevanti qui, anche una chiara introduzione di Ted Peters

²Citato da (Rondinara, 2008, p. 10), che contiene anche una introduzione a questi temi. Il testo originale è riprodotto in (Pannenberg, 1993, p. 16).

³Traduzioni mie.

Affermazioni, come si vede, forse non tutte convincenti, ma quantomeno coraggiose. I principi enunciati sono stato oggetto di un diffuso dibattito nell'ambiente Scienza&Fede di lingua inglese, su cui la mia bibliografia è al momento incompleta.

Mi concentro sulla seconda domanda. Pannenberg argomenta in modo analitico, in una serie di punti (Pannenberg, 1993, 21-22).

- *La combinazione delle due parti della domanda suggerisce che l'irreversibilità è legata alla contingenza, e potrebbe in questa avere le sue radici.* Ciò richiede alcuni passi di argomentazione.
- *Primo, ogni formula esprimente una legge naturale richiede, per essere applicata, condizioni contingenti, condizioni iniziali o condizioni al bordo.*
- *Secondo, la regolarità stessa che è descritta da una formula di legge naturale può essere considerata come contingente perché il suo schema rappresenta una sequenza ripetibile di eventi, sequenza che, essendo temporale, deve verificarsi una prima volta, prima di ripetersi e diventare una sequenza regolare.* Pannenberg precisa che la legge matematica può essere vera senza riferimento al tempo, ma in quanto legge fisica non è atemporale. Le leggi fisiche non sono eterne e atemporali e questo spiega l'emergere di nuove leggi che regolano i livelli superiori di organizzazione che si formano e che non possono essere spiegati dalle leggi del livello inferiore (concetto che P. attribuisce a A. R. Peacocke).
- *Terzo, se queste considerazioni valgono per tutte le regolarità naturali nelle sequenze temporali, ciò conduce alla tesi naturale dell'irreversibilità nei processi naturali.* L'irreversibilità nei processi naturali è spesso ricavata dalla legge dell'entropia, ma, in ultima analisi, l'irreversibilità dei processi naturali si appoggia all'irreversibilità del tempo, secondo il suggerimento di C. F. von Weizsäcker e la sua *Storia della Natura*.

Pannenberg fa risalire la sua concezione a quella biblica, che espande all'indietro la storia della dinastia davidica, alla narrazione della liberazione dalla schiavitù, alla storia dei patriarchi, al diluvio, alla cacciata, alla creazione. E poi, di nuovo, tutto viene interpretato alla luce di Cristo. La storia di tutto il creato procede in modo irreversibile e si spiega a partire da un luogo futuro, descritto nell'Apocalisse, e che risiede in ultima analisi al di fuori del creato, *in Dio stesso*.

Queste concezioni sono descritte ancora più precisamente nel lavoro su *Contingenza e legge naturale* del 1970, tradotto in inglese nel volume edito da E. Peters, specialmente (Pannenberg, 1993, 105-108). Qui si precisa che il concetto di legge naturale dipende da come

si pensa che il mondo fisico sia venuto in essere in un tempo precedente e se si considera che sia soggetto a cambiamento irreversibile o costituisca un ordine immutabile. L'affermazione chiave, che vorrei discutere è questa:

...io propongo il concetto di una "continuità sulla base della fine," un ponte che si costruisce all'indietro, al posto di una concezione di uno sviluppo che si espande in avanti.

2. SPIEGARE ALL'INDIETRO IN FISICA STATISTICA E GENETICA MATEMATICA

In un precedente intervento a questi incontri⁴ ho cercato di argomentare che la matematica del contingente è il Calcolo delle Probabilità. Da questo punto di vista gli eventi di un certo ambito non vengono allineati temporalmente o comunque sulla base di un concetto di causa e effetto, ma vengono dichiarati equivalenti e contati. Il Calcolo delle Probabilità nasce per spiegare la più incontrollabile e futile attività umana, il gioco d'azzardo. Tra le prime applicazioni dei processi stocastici troviamo l'evoluzione dei piani assicurativi nelle scienze attuariali e l'estinzione dei nomi di famiglia (Francis Galton 1874 *On the probability of extinction of families.*)

L'uso di modelli probabilistici non esclude considerazione del tempo. È la teoria dei processi stocastici, in cui il modello probabilistico evolve con il tempo, continuamente adattandosi al sopraggiungere di nuove informazioni. Al tempo 0 abbiamo una valutazione delle probabilità ai tempi futuri $t = 1, 2, \dots$. Non appena sopraggiunge il tempo $t = 1$, le probabilità relative a questo tempo, ora presente, vengono cancellate dai fatti e le probabilità dei tempi ora futuri $t = 2, 3, \dots$ vengono aggiornate sulla base dell'osservazione corrente. Il processo casuale descritto in avanti può anche essere descritto all'indietro. Il confronto tra i risultati ottenuti nelle due direzioni del tempo evidenzia caratteristiche del fenomeno altrimenti non visibili.

2.1. Coalescente. Ci sono due modi di fare un albero genealogico. Discendendo, si vede tutta la contingenza della nostra storia; risalendo, il processo è perfettamente deterministico, perché ciascuno ha due genitori. Astraendo, si potrebbe dire che ciascuno "sceglie" i genitori in una popolazione di candidati.

Il processo coalescente è stato introdotto in Kingman (1982) in genetica delle popolazioni, vedi (Balding et al., 2007, Sec. 6.6). Ogni evoluzione è associata ad un albero genealogico e il modello probabilistico è una probabilità sull'insieme degli alberi. Sotto particolari condizioni, si costruisce un modello all'indietro, assumendo che ciascuna delle N linee scelgano a caso un antenato nella popolazione del tempo precedente. Le linee con lo stesso antenato "coalescono."⁵

2.2. Reversibilità ed entropia. Un processo di Markov ammette una nozione di determinazione del futuro sulla base delle sole condizioni attuali. La probabilità dello stato futuro y (domani) dipende dallo stato presente x secondo la funzione di transizione $p_{x \rightarrow y}$. La probabilità della sequenza di eventi $\sigma = x_0, x_1, \dots, x_n$ è

$$P(\sigma) = \pi_0(x_0)p_{x_0 \rightarrow x_1} \cdots p_{x_{n-1} \rightarrow x_n},$$

dove π_k , $k = 0, 1, \dots$, è la distribuzione al tempo k . La condizione di Markov è equivalente al fatto che lo stesso processo, percorso all'indietro, sia ancora un processo di Markov con le transizioni dal tempo n an tempo $n - 1$ pari a

$$q_{y \rightarrow x}^n = \frac{\pi_{n-1}(x)p_{x \rightarrow y}}{\pi_n(y)}.$$

Un'ulteriore condizione equivalente è passato e futuro siano statisticamente indipendenti quando è noto il presente. Il sistema è in stato stazionario, cioè non dipende dalla scelta dell'origine del tempo, se $\pi_n = \pi$ per ogni n . In tal caso, $q_{y \rightarrow x} = \pi(x)p_{x \rightarrow y}/\pi(y)$, e, in generale, l'evoluzione dipende dalla direzione del tempo,

$$p_{x \rightarrow y} \neq q_{x \rightarrow y},$$

a meno che non valgano le condizioni dette di *bilancio dettagliato*, che impongono l'equaglianza. Se Q è la legge di probabilità all'indietro, allora la condizione di non-reversibilità $P \neq Q$ conduce a confrontare tra di loro le due probabilità di una sequenza di eventi σ . Si evidenzia la quantità di tipo entropia

$$\begin{aligned} \log \frac{P(\sigma)}{Q(\sigma)} &= \log \left(\frac{\pi(x_0)p_{x_0 \rightarrow x_1} \cdots p_{x_{n-1} \rightarrow x_n}}{\pi(x_0)q_{x_0 \rightarrow x_1} \cdots q_{x_{n-1} \rightarrow x_n}} \right) \\ &= \log \frac{\pi(x_0)}{\pi(x_n)} + \sum_{j=1}^n \log \frac{p_{x_j \rightarrow x_{j-1}}}{p_{x_{j-1} \rightarrow x_j}} \end{aligned}$$

che viene associata, in un contesto dinamico, alla produzione di entropia del sistema. Ad esempio si possono vedere Ruelle (1996), Lebowitz e Spohn (1999).⁶

3. CONCLUSIONI

Questo intervento è stato letto in occasione del seminario organizzato da Giandomenico Boffi per Nuova Civiltà delle Macchine e Sefir a Forlì il 7-8 maggio 2010. Ringrazio i partecipanti per l'interesse e i commenti. Queste poche righe sono un tentativo di precisare un possibile piano di ricerca sul concetto di analisi retrograda di un sistema complesso in evoluzione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- DAVID J. BALDING, MARTIN BISHOP, CHRIS CANNINGS (curatori). *Handbook of Statistical Genetics*. Wiley, 3a edizione (2007).
 J. F. C. KINGMAN. «The coalescent.» *Stochastic Process. Appl.* (1982). **13**(3):235–248. ISSN 0304-4149.

⁴Pistone (2009)

⁵Ringrazio Mauro Gasparini del Politecnico di Torino per avermi segnalato la letteratura rilevante.

⁶Ringrazio Lamberto Rondoni del Politecnico di Torino per aver attirato la mia attenzione su queste ricerche.

JOEL L. LEBOWITZ, HERBERT SPOHN. «A Gallavotti-Cohen-type symmetry in the large deviation functional for stochastic dynamics.» *J. Statist. Phys.* (1999). **95**(1-2):333–365. ISSN 0022-4715.

WOLFHART PANNENBERG. «Theological questions to scientists.» *Zygon* (1981). **16**(1):65–77.

—. *Toward a Theology of Nature: Essays on Science and Faith*. Westminster/John Knox Press, Louisville KY (1993). Edited by Ted Peters.

GIOVANNI PISTONE. «Caso: parola della scienza?» *Nuova Civiltà delle Macchine* (2009). **XXVII**(1):71–80.

SERGIO RONDINARA (curatore). *Dio come Spirito e le scienze della natura: in dialogo con Wolfhart Pannenberg*. Sefir-Città Nuova (2008).

DAVID RUELLE. «Positivity of entropy production in nonequilibrium statistical mechanics.» *J. Statist. Phys.* (1996). **85**(1-2):1–23. ISSN 0022-4715.

COLLEGIO CARLO ALBERTO, MONCALIERI
E-mail: giovanni.pistone@gmail.com