

Il ruolo non distruttivo del rumore nella comunicazione

BOZZA – DRAFT Prego non citare senza autorizzazione.

09/05/11 Rev. 26/05/11

Tra gli anni 1944 e 1945 Claude Shannon (1948) elaborò una teoria della comunicazione innovativa soprattutto per il modo di concepire la comunicazione astraendo dal canale usato (radio, telegrafo, telefono, telescrivente). La teoria ed il modello di comunicazione ebbe in seguito un formidabile successo non solo nell'ingegneria della comunicazione ma in moltissime altre discipline grazie alla fortuna del testo pubblicato con Weaver (Shannon and Weaver 1963). Secondo tale modello (Diagramma 1) la trasmissione da parte di un *mittente* prevede la *codifica* di un *messaggio* in un *segnale*, che deve attraversare un *canale* dotato di una determinata *capacità* e più o meno soggetto a *rumore*, prima di essere decodificato con un identico codice da un *destinatario*.

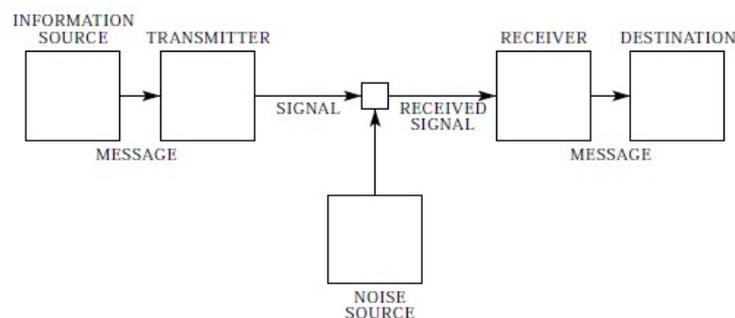


Fig. 1— Schematic diagram of a general communication system.

Diagramma 1: Schema di un sistema di comunicazione (Shannon 1948)

Nella prospettiva ingegneristica di Shannon il rumore presente nel canale o negli apparati presso i due capi della comunicazione ha unicamente un ruolo distruttivo. Tuttavia la ricerca ha messo in evidenza che vi possono essere taluni casi in cui il rumore svolge un ruolo diverso nella comunicazione. Di seguito considereremo due casi. Nel primo, per effetto di quella che è stata chiamata dalla scienza fisica *stochastic resonance*, sistemi complessi possono mostrare per effetto del rumore un effetto di potenziamento dei segnali deboli. Nel secondo caso, vedremo

come un sistema ricevente può tentare con successo la decodifica di un messaggio a partire dal solo rumore.

Emersione di segnali deboli per Stochastic Resonance

I sistemi riceventi sono solitamente dotati di filtri che eliminano il rumore presente nel canale, e consentono a segnali dotati di una certa potenza di essere decodificati. Al contrario di quanto accade con i segnali forti, capaci di superare i filtri, quelli deboli vengono eliminati assieme al rumore. Tuttavia è stato osservato che proprio il rumore consente a un segnale debole ma periodico di superare i filtri posti per eliminare il del rumore presente nel canale. A questo fenomeno è stato dato il nome di *stochastic resonance* (Benzi, Sutera, and Vulpiani 1981):

A crucial factor for pattern recognition is the ability to discriminate between noise and signal. This discrimination is normally accomplished by devising a filter (either physical or mathematic), which eliminates any signal below a given threshold. Although a strong signal is certainly made clearer by a filter, semantically important information may be carried also by weak signals, which may be significantly degraded by the filtering. The discovery of the mechanism of stochastic resonance (SR) has radically changed the way in which the problem of discriminating weak signals from background noise has been traditionally approached. SR consists of a nonlinear cooperative effect, which arises when a weak periodic signal enters in resonance with random fluctuations, thus producing the amplification of the periodic component; i.e., a maximum for the signal-to-noise ratio. (Giuliani et al. 1998, 47)

Si può dire che nel fenomeno della *stochastic resonance* il rumore “assiste” un segnale debole potenziandolo, e consentendo la sua ricezione anche attraverso un canale rumoroso.

Il ruolo della *stochastic resonance* è stato riconosciuto in molteplici fenomeni da diverse discipline, dall'ingegneria delle comunicazioni fino alla biologia e la climatologia (per una rassegna: Babinec 1997; Galdi, Pierro, and Pinto 1998). Vi sono esempi in letteratura di come questo fenomeno possa essere attivo anche in sistemi sociali. Ad esempio, nei modelli di imitazione sociale e di diffusione delle opinioni di tipo “small network”, una certa quantità di rumore consente con maggiore probabilità l'emersione di segnali deboli (opinioni minoritarie):

The existence of stochastic resonance in a model of opinion formation yields the appealing implication that there is an optimal noise level for a population to respond to an external “fashion” modulation [...]. Lower noise intensities lead to the dominance of the majority's opinion, irrespectively of the external influences, while sufficiently stronger fluctuations prevent the formation of a definite collective opinion. (Kuperman and Zanette 2002, 390)

Un caso di impatto dei segnali deboli nelle elezioni politiche è stato modellato da (Babinec 1997).

Il rumore non ha dunque solo un ruolo distruttivo, ma contribuisce a far emergere soprattutto quei segnali che a prima vista sembrerebbero più facilmente cancellati dal rumore stesso. Tuttavia un canale rumoroso, “caldo”, fornisce energia sufficiente affinché

una parte di un treno di segnali ripetuti possa emergere dai filtri, ed essere così rilevato. Chiaramente un canale “freddo” e privo di rumore presenta il vantaggio di non necessitare di filtri e di consentire la rilevazione di segnali deboli senza il contributo energetico del rumore. Tuttavia nei casi di comunicazione sociale questo genere di canali ideali sono molto rari: nella maggior parte dei casi il segnale debole, per non essere soppresso dai filtri e soffocato dal rumore, dovrà essere ripetuto. Roland Barthes, nella *Leçon inaugurale (1977)*, evidenziava come i due registri compresenti nella lingua, la *gregarietà della ripetizione* e *l'autorità dell'asserzione* la asserviscono sempre ad un qualche potere. Nella comunicazione questi due registri anziché compresenti sono complementari: il potere della gregarietà dei segnali deboli può competere con l'autorità di un segnale forte.

Decodifica di rumore in sistemi tecnologici e sociali

Nel secondo caso il rumore non gioca un ruolo ancillare nell'emersione del segnale, ma si ha una autentica decodifica del solo rumore: è il rumore presente nel canale stesso o nel sistema di decodifica a fornire l'occasione di applicare un codice anche in assenza di un vero e proprio segnale emesso da un mittente. Nei sistemi sociali o tecnologici più complessi la presenza nell'ambiente comunicativo di fatti o insiemi di fatti più o meno strutturati e casuali (“rumore”) che possano essere messi in relazione con un codice è talvolta sufficiente perché la “decodifica” abbia successo e produca un messaggio dal rumore. Un ricevente non adeguatamente capace di discriminare il segnale dal rumore può riuscire nell'intento di applicare dei codici a ciò che trova sul canale comunicativo, sia anche puro rumore, e ricavarne un messaggio. Qualche esempio può rendere più evidente come possa avvenire questo processo.

Il 3 giugno 1980 un guasto di un singolo componente nei computer dello Strategic Air Command, il comando strategico responsabile della difesa nucleare statunitense, causò l'erronea rilevazione del lancio di una serie di missili strategici contro gli Stati Uniti. Furono iniziate le procedure standard di risposta, salvo che l'allarme fu cancellato dopo appena tre minuti. Non fu la prima volta che un simile incidentesi presentava: il 3 ottobre 1960 i radar computerizzati di un analogo sistema basato in Groenlandia scambiarono il levarsi della luna per un lancio di missili balistici (Borning 1987). In entrambe i casi i sistemi computerizzati non sono stati capaci di filtrare come rumore degli eventi che si presentavano sul canale comunicativo attribuendo loro il carattere di segnale. Nel primo caso il rumore era dovuto ad un chip guasto all'interno del sistema comunicativo stesso, nel secondo aveva origine nell'ambiente (la luna). I sistemi automatico sono riusciti tuttavia a “decodificare” un “messaggio” inesistente a partire da un rumore interpretato come segnale. Anticipiamo una riflessione su alcuni elementi riscontrabili anche in altri casi di “decodifica del rumore”. Il messaggio che informava le autorità militari sul lancio di missili recava una *descrizione* di uno stato di fatti nel mondo che comportava una *previsione* di un futuro stato di fatti (le esplosioni nucleari sul territorio statunitense). La previsione di fatti catastrofici richiedeva una

risposta formalmente codificata nella quale – per fortuna – non era escluso il controllo della affidabilità della descrizione stessa. Negli esempi sono presenti diversi sistemi di codici coordinati. In primo luogo vi sono quelli che reggono (1) la decodifica che porta alla *descrizione* di uno stato di fatti; in secondo luogo vi sono le sequenze formalizzate di azioni da compiere in risposta alla ricezione del messaggio: questi sono (2) dei codici di tipo *prescrittivo* che rispecchiano un terzo elemento, quello di un (3) un modello di *previsione* formalizzato della catena di eventi che discendono da una descrizione dello stato del mondo. I tre tipi di codici: descrittivo, prescrittivo e predittivo, regolano il comportamento in seguito alla decodifica di un segnale (ossia alla ricezione di un messaggio). In questo caso un errore di decodifica da parte di un sistema tecnologico chiuso poteva avere effetti catastrofici, dato il modello previsionale e la catena di eventi prescritti. Fortunatamente il sistema decisionale era aperto ad altre descrizioni dello stato del mondo, incompatibili con quelle del sistema tecnologico¹.

Non sono solo i sistemi tecnologici a decodificare rumore. I sistemi sociali ospitano anche sistemi di codici condivisi rivolti alla decodifica di messaggi (o meglio: “messaggi”) provenienti dall'ambiente o che comunque non hanno un mittente chiaramente definito o identificato. Questi codici affiancano quelli orientati alla comunicazione intenzionale di messaggi secondo una sequenza di segnali intenzionalmente codificati da un mittente identificabile. La divinazione rappresenta un esempio molto chiaro di codici di questo tipo, che acquistano efficacia per il solo fatto di essere convenzionalmente stabiliti e socialmente accettati anche in assenza di un vero e proprio messaggio. Ma prima di affrontare direttamente la divinazione conviene riferire un esempio, tratto dalla una narrazione di Levi-Strauss, che ci aiuterà a cogliere l'importanza, se non la preminenza, dei codici comunicativi rispetto ai segnali stessi.

Il celebre antropologo narra che uno stregone, chiamato ad assistere ad un parto difficile, trasmette alla partoriente attraverso un canto mitologico una *spiegazione* di ciò che le sta accadendo usando un linguaggio analogico, metaforico. La narrazione, più che trasmetterle un messaggio, introduce nella paziente un codice, un sistema di corrispondenze significative che le permette di tradurre i fatti che stanno avvenendo attribuendo loro significati e sistemi di nessi causali. Coerentemente con la cultura locale, la spiegazione è basata su narrazioni mitologiche condivise dalla tribù, composte da animali magici, spiriti maligni e mostri soprannaturali. Queste consentono di produrre nella consapevolezza dell'ammalata una corrispondenza sistematica tra fatti altrimenti inspiegabili e gli elementi di una narrazione ordinata, inducendo ordine nei fatti stessi e spingendo la paziente a compiere una serie di azioni coerenti a questo ordine. L'ammalata guarisce.

¹ La diffidenza nei confronti del sistema tecnologico e la non congruità dei segnali che presentava con quelli presentati da un quadro percettivo generale consentì, nel 1983, di evitare un analogo incidente in Unione Sovietica (Hoffman 1999)

Lo sciamano fornisce alla sua ammalata un linguaggio nel quale possono esprimersi immediatamente certi stati non formulati, e altrimenti non formulabili. E proprio il passaggio da questa espressione verbale (che permette, nello stesso tempo, di vivere in forma ordinata e intellegibile un'esperienza attuale, ma che sarebbe senza quel passaggio anarchica e ineffabile) provoca lo sbloccarsi del processo fisiologico, ossia la riorganizzazione, in senso favorevole, della sequenza di cui l'ammalata subisce lo svolgimento (Levi-Strauss 2009, 222)

L'efficacia della pratica stregonesca non deriva dal fatto che la sequenza di eventi mitologici illustrata dal canto ricalchi una sequenza causa-effetto riscontrabile nella sequenza di fatti medesimi, ma in quanto introduce nella paziente dei codici (1) di descrizione dei fatti, (2) di previsione di eventi futuri e (3) di comportamenti secondo i quali essa poi agisce. Il casuale e l'inspiegabile acquistano un significato secondo il quale si innesca poi una risposta, un comportamento codificato coerente con il sistema di eventi mitologici. Levi-Strauss avverte che il codice, per essere efficace, deve essere socialmente condiviso, ovvero *creduto* sia nella sua efficacia esplicativa-descrittiva (i fatti che accadono sono segnali) che in quella effettiva-prescrittiva (i comportamenti messi in atto sono efficaci). Infatti, precisa Lévi-Strauss, occorre che questo sistema di credenze sia condiviso dallo stregone, dal paziente e dalla comunità in cui sono inseriti:

Non c'è dunque motivo di mettere in dubbio l'efficacia di talune pratiche magiche. Ma nello stesso tempo, è chiaro che l'efficacia della magia implica la credenza nella magia, e che quest'ultima si presenta sotto tre aspetti complementari: c'è innanzitutto la credenza dello stregone nell'efficacia delle sue tecniche; poi c'è quella del malato curato o della vittima perseguitata, nel potere dello stregone stesso; infine la fiducia e le esigenze dell'opinione collettiva che formano ad ogni istante una specie di campo gravitazionale in seno al quale si definiscono e si collocano le relazioni tra lo stregone e coloro che sono da lui stregati. (Levi-Strauss 2009, 190)

In questo caso ciò che viene trasmesso dallo stregone all'ammalata attraverso il canto e la narrazione mitologica non è tanto un messaggio il cui contenuto è uno stato di fatti del mondo quanto un codice che le permette di decodificare degli accadimenti che la riguardano in modo che sia essa stessa a produrre un tale quadro descrittivo dei fatti, di costruire un sistema previsionale e di agire (non necessariamente in modo consapevole) di conseguenza.

Ruolo descrittivo, prescrittivo e predittivo del codice; divinazione

Vi è, in questo caso come in quello dei falsi lanci di missili, la compresenza degli elementi descrizione – prescrizione – previsione. Alla partoriente viene trasmesso un codice che consente l'identificazione di una sequenza *descrittiva* di relazioni tra fatti e significati socialmente condivisi, questo agisce anche in modo *prescrittivo* dalla paziente su se stessa, cioè di agire efficacemente, secondo un modello *predittivo* dei fatti. In linea generale, se “funziona”, un codice socialmente condiviso serve a produrre: 1) una *descrizione* di fatti, 2) a *prescrivere* un comportamento coerente alla spiegazione, 3) una *previsione* degli effetti del

comportamento, coerente con la spiegazione fornita ed al comportamento adottato.

Le più recenti mitologie tecno-scientifiche (incluse quelle organizzative) non agiscono molto diversamente: spesso si azzardano a codificare in “spiegazioni scientifiche” un sistema che più che descrivere nessi causali e modelli predittivi verificati sperimentalmente è solo suggestivo di ipotesi di tali nessi e abbozzi semplificati di modelli. Tuttavia tali codici esplicano ugualmente una efficacia descrittiva, predittiva e prescrittiva lasciando che sia il soggetto stesso a “completare il quadro”. Talvolta si spingono fino a sollecitare “scelte razionali” pur in assenza di catene causali talmente ben esplicate da fornire previsioni effettivamente prive di incertezza o con incertezza nota. In ogni caso mobilitano ed orientano la capacità e la volontà interpretativa del soggetto cui sono trasmessi in modo da condizionarne il comportamento. Un ambiente comunicativo complesso, mutevole e imprevedibile, lungi dall'essere completamente e formalmente decodificabile, fornisce in abbondanza “segnali” cui possono applicati codici di decodifica, anche in presenza di solo rumore originato dal canale comunicativo, dall'ambiente o dal sistema percettivo del ricevente. Infatti un evento comunicativo può essere considerato segnale o rumore solo in virtù di un codice. Un noto teorico della teoria dei sistemi, Ross Ashby, ha efficacemente affermato la prevalenza del ruolo del destinatario nell'efficacia della comunicazione:

It must be noticed that noise is in no intrinsic way distinguishable from many other form of variety. Only when some recipient is given, who will state which of the two is important to him, is a distinction between message and noise possible. [...] 'Noise' is purely relative to some given recipient, who must say which information he wants to ignore (Ashby 1957, 9/19).

Solo la presenza di un codice secondo il quale un treno di segnali viene tradotto, presso il destinatario, in un messaggio, consente la discriminazione tra fatti significanti (segnale in senso proprio) e rumore. I fatti per i quali nessun codice presente presso il destinatario è in grado di produrre un segnale saranno considerati rumore; diversamente verranno tradotti in un messaggio. Rumore saranno pertanto sia i segnali codificati dal mittente che il destinatario non è in grado di decodificare², sia quelli originati da eventi casuali presenti nel canale comunicativo e non dovuti all'intervento di un mittente. Viceversa saranno interpretati come segnale sia gli eventi presenti sul canale perché posti intenzionalmente dal mittente sia quelli casuali, a condizione che possano essere in qualche modo decodificati dal destinatario. Dei quattro casi appena descritti dovuti alla presenza o assenza di decodifica di segnale/rumore, quello rilevante in questa sede è quello della decodifica del rumore.

Quando ciò accade nei sistemi comunicativi umani? La necessità di prevedere un ambiente incerto anima l'intento umano e ne alimenta l'ingegno. L'ambiente va decifrato per coglierne i segnali e renderlo prevedibile, e conformare il comportamento al modello di previsione. L'uomo ha sviluppato numerose discipline divinatorie dotate di codici assai formalizzati mirate alla *decodificazione* di messaggi “originati” dalla sfera naturale (e –

² La forma ideale di *cifatura* consiste infatti nel rendere un segnale indistinguibile dal rumore per mezzo di tecniche crittografiche. Solo chi possiede il codice per decifrare è in grado di trasformare il rumore in messaggio.

nell'intenzione di chi decodifica – soprannaturale) ed “inviati” all'uomo attraverso treni di segnali composti da eventi e fatti percepibili che stanno nell'*ordine* del mondo naturale, e dall'ordine della natura deriva l'ordine del comportamento³. Il manifestarsi di eventi quali il volo degli uccelli, la posizione degli organi interni nei visceri di animali sacrificati o delle loro ossa, i sogni, la posizione dei corpi celesti, l'incontro con animali, i lanci di monete, dadi, di bastoncini, l'estrazione di carte, eccetera, sono tutti *fatti* ed eventi dei quali è difficile se non impossibile prevedere l'esatto accadimento. Tuttavia, proprio poiché presentano un numero limitato di eventi imprevedibili possibili, la loro variabilità è *codificabile* e si prestano ad essere considerati segnali⁴. Il soggetto che li percepisce può porsi la domanda: se questi eventi imprevedibili sono segnali, che messaggio possono portare? Come abbiamo visto, un codice va condiviso in una comunità per diventare significante ed efficace. Una volta che eventi naturali più o meno casuali vengono trasformati in fatti significanti per effetto dell'applicazione di codici divinatori, e questi fossero condivisi in una comunità, possono diventare nei “destinatari” *messaggi* del soprannaturale e alimentare modelli predittivi per l'interpretazione del mondo e codici prescrittivi di comportamento.

Casi estremi e patologici della decodifica del rumore

Il sociologo Goffman scrisse: «*We tolerate the unexplained but not the inexplicable*» (Goffman 1974, 30); ammettiamo di non essere in grado di cogliere una spiegazione a noi oscura ma che *deve* esserci e pertanto va investigata, ma non la possibilità che non vi sia affatto una spiegazione. Questo forse può aiutarci a comprendere perché la previsione, come *vis a tergo*, orienterà alla decodifica di rumore, segnali spuri e casuali, fornendo una occasione di orientare il comportamento alla ricerca di una spiegazione, di un quadro predittivo per un ambiente imprevedibile.

Questa predisposizione umana a non arrendersi al rumore, da una parte porta alla ricerca di un costante rinnovamento della capacità interpretativa e all'ampliamento della sfera semiotica; dall'altra ci condanna alla decodifica forzata esponendoci anche a derive patologiche⁵. Koestler (1989, 263) ha efficacemente descritto un sistema cognitivo chiuso

3 Nella visione di un antropologo, con riferimento alla divinazione nell'antica Mesopotamia, la divinazione riveste un ruolo cosmologico «[...] the performative power vested in the interpreter is both cosmological and ideological. It is cosmological in the sense that the interpreter takes as axiomatic the notion that the gods can and want to communicate their intentions through signs, and that the universe works according to certain principles that require only knowledge and expertise to decode. Insofar as the process of interpretation reflects a desire to demonstrate that such principles continue to function, it also registers and dispels ritual or mantic insecurities.» (Scott Noegel 2010, 147)

Di conseguenza, il termine usato per definire la previsione dell'oracolo è lo stesso di “verdetto”: «In Mesopotamia, diviners use the word *purussû* “legal decision” or “verdict” to refer to an omen’s prediction. As Francesca Rochberg has shown, divinatory texts also share in common with legal codes the formula *if x, then y*» (Scott Noegel 2010, 147)

4 Dal punto di vista della semiotica, Umberto Eco mette in evidenza come nel processo di interpretazione che “conferisce senso a decodifiche parziali” sia importante il ruolo dell'abduzione: una ipotesi viene assunta a regola, un tentativo di decodifica diventa un codice generale. (Eco 1975, 185). Non tutti i processi abduktivivi danno luogo a sistemi di codici come quelli divinatori.

5 Il punto di vista di un segno che significa a dispetto di un significato è stato affrontato anche da Deleuze e Guattari, parlando di *signifié est donné sans être pour autant connu* (Deleuze and Guattari 1980, 141) con esplicito riferimento alla partecipazione paranoica all'impotenza del segno deterritorializzato e “atmosferico”.

al cui centro agisce un soggetto che aderisce esclusivamente ad un solo codice interpretativo delle proprie percezioni (Koestler lo chiama “canone”), lo alimenta continuamente dei soli fatti e significati che lo rafforzano e si rende impermeabile a qualsiasi diversa “*rule of processing reality*”, escludendo tutto ciò che possa mettere in discussione il codice dominante:

The true believer [...] can prove to his satisfaction everything that he believes, and he believes every thing he can prove (Koestler 1989, 290)

Il caso ancora più estremo può spingere un individuo al punto di creare dei codici per la possibile estrazione di significato da *tutti* gli eventi casuali che incontra. Senza volerla commentare, riporto la drammatica esperienza personale di schizofrenia riferita da Mark Vonnegut (pediatra e figlio dello scrittore Karl) dopo la sua guarigione.

Ormai le voci erano diventate molto chiare. All'inizio facevo fatica a sentirle o capirle. Erano ovattate e utilizzavano codici molto complessi. Schiocchi-crepitii-scoppi, il rumore del vento con luci intermittenti e clacson come punteggiature. Decifrai il codice e riuscii a interiorizzarlo al punto che era quasi come sentire delle parole. All'inizio sembravano per lo più frasi senza senso, ma via via acquisirono sempre più significato. Una volta che senti le voci ti rendi conto che ci sono sempre state. Tutto sta nel sintonizzarsi. (Vonnegut 2008, 170)

Conclusione

Si può dire che una comunicazione può essere efficace, cioè portare effetti, anche in assenza di un segnale o in presenza di segnali molto deboli. Questo per effetto di almeno due fenomeni nei quali il rumore non gioca un ruolo unicamente distruttivo: il primo è quello della *risonanza stocastica* che può far emergere all'interno di un canale rumoroso segnali deboli. Il secondo è quello della necessità di previsione che spinge alla decodifica di qualsiasi cosa si presenti su un possibile canale di comunicazione, salvo scartarlo come rumore in caso di fallimento. In entrambi i casi la varietà dell'ambiente e dei codici possibili contribuisce al successo delle decodifiche. Distinguere tra segnale e rumore non è possibile a priori, ma avviene solo in virtù di un codice presente presso il ricevente. Pertanto la comunicazione non ha solo la funzione di trasmettere *messaggi*, ma anche *codici* che permettono al destinatario di applicare nuove decodifiche e di accedere a nuove possibilità comunicative. L'adozione e la condivisione di un codice da parte di una comunità fornisce da una parte un supporto alla sua efficacia nel descrivere i fatti, prescrivere comportamenti e prevedere il mondo, mentre dall'altra rappresenta un argine alle patologie della comunicazione nelle quali un codice non serve più a comunicare, ma solo a confermare un insieme di credenze, individuali o di gruppo, indipendentemente dalla sua efficacia. Quando ciò accade, tutto l'ambiente percettivo si trasforma in un unico canale comunicativo, o meglio un tunnel, nel quale tutto è segnale e in cui qualsiasi evento può essere impiegato per confermare un modello del mondo già acquisito che richiede solo ulteriori conferme.

Riferimenti

- Ashby, W.Ross. 1957. *An introduction to Cybernetics*. London: CHAPMAN & HALL.
<http://pespmc1.vub.ac.be/books/IntroCyb.pdf>.
- Babinec, Peter. 1997. "Stochastic resonance in the Weidlich model of public opinion formation." *Physics Letters A* 225 (1-3) (January 27): 179-181. doi:10.1016/S0375-9601(96)00866-3.
- Barthes, Roland. 1977. Leçon inaugurale au Collège de France.
http://ubu.artmob.ca/sound/barthes_roland/Barthes-Roland_Lecon-inaugurale-au-Collège-de-France-7-Janvier-1977.mp3.
- Benzi, R, A Suter, and A Vulpiani. 1981. "The mechanism of stochastic resonance." *Journal of Physics A: Mathematical and General* 14 (11) (November): L453-L457. doi:10.1088/0305-4470/14/11/006.
- Borning, Alan. 1987. "Computer system reliability and nuclear war." *Communications of the ACM* 30 (February): 112-131. doi:10.1145/12527.12528.
- Deleuze, Gilles, and Félix Guattari. 1980. *Capitalisme et schizophrénie*. Éditions de minuit, October 1.
- Eco, Umberto. 1975. *Trattato di semiotica generale*. Milano: Bompiani.
- Galdi, V., V. Pierro, and I. M. Pinto. 1998. "Evaluation of stochastic-resonance-based detectors of weak harmonic signals in additive white Gaussian noise." *Physical Review E* 57 (6) (June 1): 6470. doi:10.1103/PhysRevE.57.6470.
- Giuliani, Alessandro, Alfredo Colosimo, Romualdo Benigni, and Joseph P. Zbilut. 1998. "On the constructive role of noise in spatial systems." *Physics Letters A* 247 (1-2) (October 5): 47-52. doi:10.1016/S0375-9601(98)00570-2.
- Goffman, Erving. 1974. *Frame analysis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hoffman, David. 1999. "'I Had A Funny Feeling in My Gut'." *Washington Post*, February 10.
- Koestler, Arthur. 1989. *The ghost in the machine*. London: Arkana.
- Kuperman, M., and D. Zanette. 2002. "Stochastic resonance in a model of opinion formation on small-world networks." *The European Physical Journal B* 26 (3) (April): 387-391. doi:10.1140/epjb/e20020104.
- Levi-Strauss, Claude. 2009. *Antropologia strutturale*. Il Saggiatore Tascabili.
- Scott Noegel. 2010. "Sign, Sign, Everywhere a Sign": Script, Power, and Interpretation in the Ancient Near East. In *Divination and interpretation of signs in the ancient world*. Oriental Institute of the University of Chicago, February 9.
- Shannon, Claude Elwood. 1948. "A mathematical theory of communication." *Bell System Technical Journal* 27 (July, October, 1948.): 379-423.
- Shannon, Claude Elwood, and Warren Weaver. 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
- Vonnegut, Mark. 2008. *Eden Express*. Piemme.