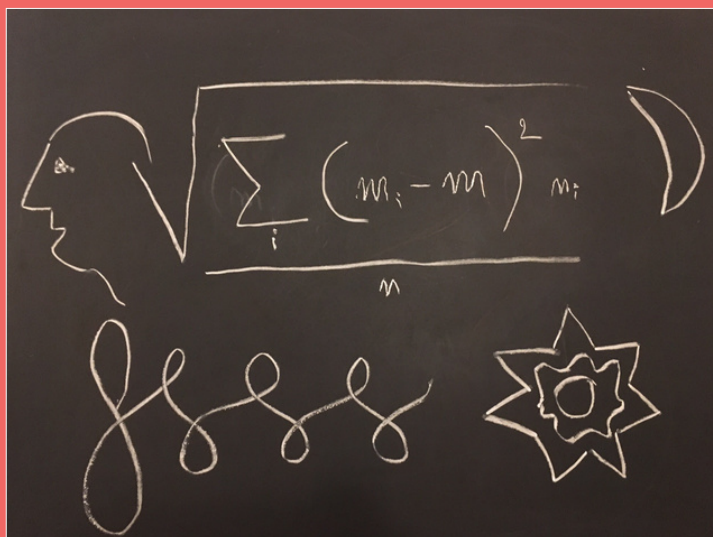


Atti del Convegno

# Verità e probabilità nelle scienze della natura e in medicina



Milano, 7 ottobre 2023



Atti del Convegno

**Verità e probabilità nelle scienze  
della natura e in medicina**

Milano, 7 ottobre 2023

**Atti del Convegno:**  
**Verità e probabilità nelle scienze della natura e in medicina**  
tenuto sabato 7 ottobre 2023 presso il centro ARTEMEDICA,  
Via Belgirate, 15 - Milano

*Il convegno è stato promosso dall'associazione  
Imago Proxima Centauri - con il patrocinio  
dell'Istituto HISCIA di Arlesheim*

*Redazione e impaginazione a cura di  
Daniela Castelmonte e Domenico Carà*

*In copertina disegno alla lavagna  
di Laura Borghi e Daniele Nani*

© Imago Proxima Centauri – Milano  
info@imagoproxima.com  
<https://imagoproxima.com/>

## INDICE

- **SARAH MONZ** – METODI TERAPEUTICI TRADIZIONALI E DELLA MEDICINA COMPLEMENTARE
- **STEFANO PEDERIVA** – ESPERIMENTO E TIPO, RIFLESSIONI METODOLOGICHE.
- **EMILIO FERRARIO** – OSSERVAZIONI SULLE FORME DELLA PROBABILITÀ
- **MAURIZIO BRIZZI** – DUE MODELLI FONDAMENTALI PER LA RAPPRESENTAZIONE DELLE VARIABILI SPERIMENTALI DISCRETE E CONTINUE: LA DISTRIBUZIONE DI POISSON E LA CURVA DI GAUSS.
- **GIORGIO DI MOLA** – LA MEDICINA CONTEMPORANEA E LA TÈCHNE ALLA LUCE DELL'INELUTTABILITÀ DEL LIMITE IMPOSTO DALLA NATURA.
- **SERGIO M. FRANCARDO** – VERITÀ E PROBABILITÀ NELLE SCIENZE DELLA NATURA E IN MEDICINA
- **LAURA BORGHI** E **DANIELE NANI** – CASO, CHAOS E COSMOS



# **METODI TERAPEUTICI TRADIZIONALI E DELLA MEDICINA COMPLEMENTARE**

## **PARTE I: CONFRONTO METODOLOGICO**

### **1) INTRODUZIONE**

Nel formulare una domanda relativa alla ricerca e alla scelta dell'orientamento della ricerca, risulta decisiva la concezione del mondo. Mentre alla radice della moderna medicina scientifica vi è una visione del mondo riduzionistica e meccanicistica che idealmente vorrebbe guarire una singola malattia grazie ad una singola sostanza attraverso il legame fisico a un solo recettore ('one pill, one ill'), la procedura terapeutica tradizionale e complementare poggia su un'immagine dell'universo complessa, intessuta e multidimensionale, poco adatta ad essere colta attraverso formule matematiche.

All'inizio del XXI secolo solo una delle due visioni del mondo è ancora scientificamente fondata, la seconda. La prima, che si rifà all'immagine riduzionistica del mondo di Cartesio, è in verità solo un modello per calcoli con cui avvicinarsi al massimo alle vere condizioni.

### **2) I METODI TERAPEUTICI AL DI FUORI DELLA MEDICINA ACCADEMICA HANNO UN FONDAMENTO TRADIZIONALE O POGGIANO SU UN SAPERE TRADIZIONALE – CONSERVANO UN ANTICO SAPERE UMANO**

I metodi terapeutici tradizionali e complementari si differenziano dalla medicina accademica per

- sistematica metodica e categorie;
- il loro concetto del corpo umano;
- il tipo di diagnosi seguito;
- la loro comprensione di salute e malattia.

Sulla pelle della mummia "Ötzi" emersa dai ghiacciai alpini nel 1991, vennero trovati dei tatuaggi su diverse parti del corpo. I ricercatori hanno scoperto che corrispondono ai punti della agopuntura noti nella medicina tradizionale cinese, usati per il trattamento di disturbi specifici dei muscoli e delle articolazioni (1). Una ricerca con RMN ha potuto evidenziare che "Ötzi" soffriva di diverse alterazioni degenerative dell'apparato motorio legate probabilmente a dolori, questi venivano trattati nei punti dei tatuaggi. "Ötzi" era un paziente con dolori cronici (2) e veniva curato con un trattamento noto ancora oggi come efficace e ancora oggi in uso.

### **3) COME POSSIAMO TROVARE RISCONTRI VALIDI RIGUARDO A TRATTAMENTI MEDICI, SENZA UNO STUDIO CLINICO RANDOMIZZATO IN DOPPIO CIECO?**

Daniel Kahneman, premio Nobel per la psicologia dell'economia, nel suo libro "Pensare rapido, pensare lento" (3) descrive l'epistemologia del "pensare rapido".

Definisce "pensare lento" il processo di decisione sulla base di una analisi logica tipica per l'attuale epoca moderna. Il "pensare rapido" invece come la capacità di sviluppare conoscenze sulla base di induzioni e sintesi in gran parte non consapevoli. Questo modo di "pensare rapido" è una facoltà data a tutti gli uomini. Mentre nella società moderna, con il suo sviluppo tecnico, essa è stata in gran parte "disimparata", in società più collegate alla natura viene praticata ancora oggi. Un esempio si trova nel libro "Sand Talk" di T.Yunkaporta (4) che racconta la storia dell'aborigeno australiano Noel Nannup che ha impressionato un gruppo di scolari per la sua capacità di predire con precisione cronometrica l'emergere fuori dalla terra di formiche volanti appena sgusciate dal bozzolo. Quale facoltà soprasensibile rende possibile ciò? È lui stesso a dare la risposta:

"Lascia che le cose si mettano nello sfondo e guarda i loro nessi. Lascia che i nessi si mettano nello sfondo e guarda i modelli. Utilizza la tua intuizione per modificare il corso degli eventi. (T.Yunkaporta)

### **4) MEDICINA TRADIZIONALE E COMPLEMENTARE: SAPERE E DOMANDE APERTE**

Il sapere esistente è stato raggiunto sulla base di sintesi di conoscenze e coinvolge anche nessi complessi

- Il sapere terapeutico è stato verificato e si è affermato nella pratica per almeno 100 anni;



- Le leggi che ne stanno a fondamento sono note, in quanto la loro osservazione era la premessa per la loro applicazione;
- La sicurezza e i costi di un trattamento in genere sono noti;
- L'efficacia dipende dalla corretta osservanza delle leggi, cioè dalla individualizzazione metodologicamente corretta della terapia.

Le domande relative alla ricerca riguardo all'applicazione di procedure terapeutiche tradizionali vengono in genere formulate da chi ne fa uso, vengono cioè dalla pratica clinica. In genere nella ricerca di risposte non sono coinvolti interessi industriali; sorge quindi il problema del finanziamento di progetti di ricerca di una certa entità in questa area. Ricerche di questo genere più ampie dovrebbero per esempio dare risposta a quesiti moderni oggi di interesse (per esempio i meccanismi d'azione molecolari).

## **5) MEDICINA SCIENTIFICA: SAPERE E DOMANDE APERTE**

La ricerca della medicina scientifica riguarda normalmente proprietà e applicazioni farmacologiche di mono-sostanze; cerca di arrivare a risposte riguardanti un meccanismo d'azione primario. Norme giuridiche riguardo alle conoscenze di un trattamento servono a proteggere i pazienti da interessi commerciali dell'industria farmaceutica (per esempio da pesanti effetti collaterali dovuti a un trattamento). Gli interessi economici dell'industria farmaceutica portano al fatto che, nonostante le molte norme, anche progetti costosi e lunghi possano venir finanziati come progetti di investimento.

La ricerca nella medicina scientifica è caratterizzata dai seguenti elementi:

- Le conoscenze esistenti riguardo a una terapia vengono ricavate sulla base di analisi, cioè nelle condizioni di laboratorio che rappresentano un modello e che quindi si differenziano dalla realtà;
- Conoscenze riguardo all'applicazione pratica sono inizialmente sconosciute e devono essere raggiunte passo dopo passo (in studi e nella post marketing research);
- Leggi relative alla terapia sono inizialmente sconosciute (per esempio interazioni, effetti collaterali...);
- I costi di una terapia sono noti; sicurezza ed efficacia non sono conosciute e devono venir raggiunte con degli studi;
- Le leggi, i vantaggi e i limiti della terapia/sostanza devono essere caratterizzati. La terapia/sostanza è sicura ed efficace? I suoi costi sono giustificati?

## **6) IL REPERIMENTO DI CONOSCENZE NEL SISTEMA MEDICO TRADIZIONALE E COMPLEMENTARE**

Nel reperimento di conoscenze dei metodi terapeutici tradizionali e complementari la correlazione rappresenta il più importante principio guida. I risultati conoscitivi si ottengono sulla via della sintesi sulla base del presupposto aprioristico che la natura sia una rete complessa in cui tutto è reciprocamente collegato. L'uomo è una parte di questo mondo.

Stadi di acquisizione delle conoscenze cliniche:

- Caso singolo/nessun numero di casi simili: studio di casi singoli;
- Quantità: osservazione di un cospicuo numero di casi simili -> correlazione;
- Frequenza: riproducibilità ripetuta tenendo conto dei co-fattori -> Modello (immagine);
- Prevedibilità: successi ripetuti usando il modello -> verifica.

Questa via per arrivare al reperimento di conoscenza genera così una ipotesi senza una teoria precedentemente formulata. Il principio decisivo di collegamento è la correlazione vale a dire la comparsa regolare di modelli dati certi presupposti. In questo sistema si arriva rapidamente a dei risultati grazie all'integrazione di diversi livelli di informazione. Con ogni nuovo risultato conoscitivo l'ipotesi può venir precisata. L'imparare avviene in modo intuitivo, qualitativo e in immagini. Il sistema di acquisizione delle conoscenze si auto-ottimizza con l'aumentare dell'esperienza e della complessità della situazione applicativa, grazie all'ottenimento di conoscenze sempre più dettagliate. È applicabile a sistemi aperti, complessi ("real world"), in cui i fattori indipendenti entrano in reciproco scambio. In effetti vengono usati programmi che poggiano su questo modo di arrivare a risultati conoscitivi per rendere possibile l'"imparare" auto-ottimizzante dell'intelligenza artificiale.

## **7) IL REPERIMENTO DI CONOSCENZA NELLA MEDICINA SCIENTIFICA**

La teoria della conoscenza della medicina scientifica ha come principio guida la causalità. Qui il risultato conoscitivo avviene grazie all'analisi che poggia sul fondamento di un presupposto di fondo, che ogni fenomeno abbia una unica causa. L'analisi, cioè le indagini della ricerca, si propone di identificare questa causa. Stadi di acquisizione delle conoscenze cliniche

- Considerazioni teoretiche in relazione alla causalità del problema;
- Analisi dei fattori coinvolti;
- Verifiche con esperimenti (in laboratorio)
- Ipotesi relativi al fattore principale (per esempio un meccanismo d'azione molecolare)

- Isolamento o preparazione artificiale del fattore principale
- Replicazione: verifica della ipotesi con un modello semplice (per esempi cultura cellulare)
- Ottimizzazione
- Test dell'ipotesi con modelli gradualmente più complessi (per esempio prove con animali)
- Fase di ottimizzazione
- Fase I: test con soggetti umani
- Serie di casi, studi controllati di casi
- Fase di ottimizzazione
- Fase II/III: applicazione pratica – studi di coorte, RCTs
- Reviews sistematiche
- Meta analisi

La via di reperimento conoscitivo nella medicina scientifica porta così, passando per il principio guida della causalità, a una teoria e alla sua applicazione nella pratica. Vi sta a fondamento un laborioso processo analitico. Il risultato conoscitivo si raggiunge sulla via della statistica (matematica – stocastica), quindi in modo quantitativo e numerico. Anche dopo una serie di test positivi in situazioni sempre più complesse, è però sempre dato il pericolo di insuccesso di una applicazione man mano che crescono l'esperienza e la complessità della situazione applicativa (per esempio Contergan/Talidomide), infatti nell'ambito della ricerca scientifica l'applicazione viene ottimizzata per sistemi chiusi, cioè sistemi con complessità ridotta. Alla fine di questo processo che dura anni, le conoscenze vengono sì ampliate da modelli semplici a modelli sempre più complessi, ma le leggi dell'applicazione in un sistema aperto sono al massimo conosciute solo parzialmente. Anche se la causalità è ormai accettata, resta poco chiaro se la teoria rispetto al "real world" influenzato da molti fattori esterni (confounder) è effettivamente valida.

Questo significa, se prendiamo come esempio lo sviluppo di un medicamento, che gli studi clinici vengono volentieri effettuati su persone molto simili tra loro. Parecchi studi sui medicinali vengono realizzati con giovani uomini sani. Il ciclo ormonale rende le donne meno affidabili per questi studi. Per questo motivo nella maggioranza dei medicinali si ignora se l'azione sul corpo femminile sia diversa da quella sugli uomini. Questo può portare al fatto che le donne siano colpite da altri effetti collaterali, cosa che la medicina non comprende perché non vi sono i relativi studi. È il problema del "gender data gap" (4); viene studiato nella cosiddetta medicina di genere.

## **8) UN'INCOMPATIBILITÀ SUL PIANO DELLA STATISTICA?**

### *Sistema medico tradizionale e complementare*

- L'individuo determina la terapia – i trattamenti vengono individualizzati
- Non vi sono due casi uguali
- Sono note le regole di applicazione, ma non necessariamente confermate scientificamente

Questi aspetti sono una sfida per la realizzazione di RCTs, cioè non sono compatibili con le regole della loro esecuzione. Quindi la maggioranza dei risultati di ricerca nell'ambito dei sistemi medici tradizionali e complementari provengono dalla pratica quotidiana con un piccolo numero di casi.

### *Medicina scientifica*

- La statistica determina la terapia sulla base di studi possibilmente con una grande popolazione
- "one pill one ill" - Il trattamento è idealmente uguale per tutti i pazienti
- Le regole di applicazione per una sostanza nuova non sono (ancora) conosciute nella cornice della situazione di ricerca e vanno trovate per gradi.

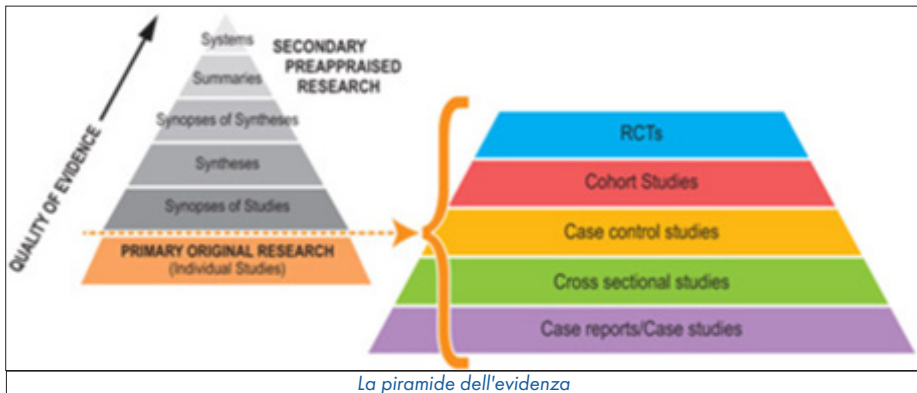
Studi con un gran numero di casi per confermare scientificamente un nuovo trattamento possono essere realizzati con un corrispondente budget finanziario. RCTs necessitano di una popolazione che partecipa possibilmente omogenea. In altre parole i relativi risultati non riescono a rispondere alla domanda se un terapia nel caso concreto di un singolo paziente sia sensata.

## PARTE II: LA PIRAMIDE DELL'EVIDENZA E IL PROBLEMA DELLA QUALITA' DEI DATI

### 1) RISK OF BIAS

La qualità di una pubblicazione scientifica è determinata dal "risk of bias". Si tratta del rischio di errore nella generalizzazione dei risultati di uno studio, in quanto, secondo la visione riduzionista del mondo, è necessario trovare una risposta universalmente valida a una domanda di ricerca. Ma i dati che emergono da uno studio e che non consentono un risultato generalizzabile sono effettivamente "peggiori" o "inutili"?

### 2) EVIDENCE-BASED MEDICINE: IL SIGNIFICATO CHE VA OLTRE LA STATISTICA



I livelli della piramide dell'evidenza e le loro funzioni sono i seguenti:

- 1. Sperimentazione:** nessuna forza dimostrativa, ma punto di partenza per discussioni e nuove idee
- 2. Relazioni di singoli casi/serie di casi:** Caso singolo o Serie di casi con una indicazione/ trattamento uguale: non c'è significatività statistica; base per uno scambio e un imparare dalla pratica, per quanto rari siano i casi (proprio allora)

- 3. Studi trasversali:** determinano la prevalenza di una malattia in una popolazione in un determinato momento. Hanno lo scopo di aiutare a identificare la diffusione di un problema di salute
- 4. Studi di casi-controllo:** analizzare un gruppo di pazienti (casi) con la stessa indicazione/trattamento confrontandolo con un gruppo di controllo simile. Il conteggio consente una "odds-ratio": probabilità che vi sia una correlazione fra terapia e outcome. La correlazione confermata è il punto di partenza per ulteriori ricerche in relazione alla causalità
- 5. Studio di coorte:** studio longitudinale che accompagna per un periodo piuttosto lungo un gruppo di persone. Si usa per domande epidemiologiche, per esempio nella valutazione di fattori di rischio. Sono studi lunghi e cari. Ma uno studio di coorte può confermare una causalità, per esempio fra un fattore di rischio e lo sviluppo di sintomi. Questo è il primo livello di evidenza che può cogliere affermazioni generalizzabili.
- 6. RCT:** due gruppi vengono assegnati in modo casuale, uno riceve una terapia "reale", l'altro un placebo, e poi l'esito viene confrontato nei due gruppi. Gli RCT possono essere soggetti a distorsioni e confusioni. Il «cieco» e le grandi dimensioni del campione sono tra i modi per ridurre alcuni tipi di bias (almeno il bias da abbandono o da effetto placebo e il bias da numero ridotto). Gli RCT possono essere utilizzati per
- determinare la causalità e la significatività statistica, vale a dire affermazioni sulla misura in cui i dati possono essere statisticamente generalizzati
  - fare affermazioni su diagnosi e trattamenti
- Tuttavia, le condizioni in cui vengono condotti gli RCT sono altamente artificiali e possono non tradursi bene in condizioni reali, il che può compromettere il loro valore.
- 7. Revisioni sistematiche:** Esaminano tutti i tipi di studi e riassumono i risultati, compresi i dati quantitativi e qualitativi. Può essere utile per
- trarre conclusioni da una grande quantità di dati aggregati
  - Presentare dati provenienti da molte località del mondo, ad esempio per approssimare le condizioni del mondo reale.
- 8. Meta-analisi:** analisi statistica, ad esempio matematica, dei dati raccolti da una o più revisioni sistematiche. La sfida è che gli studi devono essere ragionevolmente omogenei in modo da poter essere riassunti in una revisione sistematica.

Poiché le revisioni sistematiche e le meta-analisi combinano diversi RCT, presentano lo stesso problema degli RCT, ovvero la mancanza di chiarezza sulla misura in cui i dati possono essere trasferiti alla realtà.

### **3) CONSEGUENZE E CONELENZO SENZA NUMERICLUSIONI**

Alla luce di questa esposizione possiamo constatare:

- Ogni domanda scientifica ha un disegno di studio adeguato;
- “Qualità” significa “tipo di dati”, non “i dati sono buoni o cattivi”;

Come medici dobbiamo poi porci le seguenti domande:

- Che tipo di medicina vogliamo?
- Chi sono i nostri pazienti?

Un esempio può essere la individualizzazione che fa parte dell'applicazione corretta della maggior parte dei metodi terapeutici tradizionali e della medicina complementare, come ad esempio l'omeopatia o la medicina tradizionale cinese. Studi clinici in cui sono stati usati questi metodi, senza anticipare adattamenti alla specifica situazione del singolo paziente, cosa indispensabile nell'ottica del metodo, di regola danno dei risultati peggiori rispetto alla applicazione del metodo in modo corretto seguendone le specifiche regole.

Questo nesso è stato mostrato con l'esempio della omeopatia da Mathie et al. (6), (7).

### **4. UTILIZZARE I PUNTI DI FORZA DI ENTRAMBI GLI APPROCCI PER CREARE UNA MEDICINA CHE METTA LA PERSONA AL CENTRO: SINTESI**

*Con studi a basso livello di significatività, è possibile determinare correlazioni per*  
Prima di studi su larga scala:

- Condividere e discutere le osservazioni della pratica
- Fornire lo stimolo per ulteriori ricerche

*Gli studi ad alto livello di significatività possono determinare le causalità per fare affermazioni generalizzabili:*

Dopo gli studi a basso livello di significatività:

Prova di causalità:

- Analisi della sicurezza
- Analisi dell'efficacia di un trattamento
- Analisi del rapporto costo-efficacia

#### **Ma:**

Gli studi devono essere individualizzati se ciò corrisponde al metodo.

Nella medicina convenzionale si presta altrettanta attenzione all'indicazione! Esempio: Non si conduce semplicemente uno studio con la penicillina per un'infezione, ma si stabilisce sempre prima se la penicillina è indicata come farmaco per il trattamento della rispettiva malattia....

Dopo studi su larga scala:

- Comunicare le specificità individuali del trattamento
- Identificare esattamente i punti di forza e i limiti di una modalità di trattamento
- Migliorare il trattamento per il singolo paziente

**Ma:**

I dati devono essere "puliti" in senso statistico (nessuna falsa conclusione basata su bias).

- Ogni domanda scientifica ha un disegno di studio adeguato.
- Ogni disegno di studio ha una domanda scientifica a cui può rispondere.
- Studi allineati, a bassa e alta significatività, possono migliorare la sicurezza e gli esiti del trattamento
- «Qualità di dati» significa "tipo di dati", non "i dati sono buoni o cattivi".
- Il disegno di uno studio deve essere conforme alle regole della modalità di trattamento, non viceversa.

## **FONTI E LETTERATURA**

(1) Zink A, Samadelli M, Gostner P, Piombino-Mascali D. Possible evidence for care and treatment in the Tyrolean Iceman. *Int J Paleopathol.* 2019;25:110-117. doi:10.1016/j.ijpp.2018.07.006

(2) Kean WF, Tocchio S, Kean M, Rainsford KD. The musculoskeletal abnormalities of the Similaun Iceman ("Ötzi"): clues to chronic pain and possible treatments. *Inflammopharmacology.* 2013;21(1):11-20. doi:10.1007/s10787-012-0153-5

(3) Kahneman D. *Thinking, Fast and Slow.* 1st edition. New York: Farrar, Straus and Giroux; 2013.

(4) Yunkaporta T. *Sand Talk.* Melbourne: The Text Publishing Company; 2019.

(5) Criado Perez C. *Invisible Women: Exposing data bias in a world designed for men.* New York: Vintage; 2020.

(6) NSW Ministry of Health. Pyramid of Evidence. Available from: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Level\\_of\\_evidence\\_pyramid.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Level_of_evidence_pyramid.png) (accessed Oct 22, 2023). Source: <https://libguides.csu.edu.au/ebp/levels>. No changes made.

(7) Mathie RT, Ramparsad N, Legg LA, et al. Randomised, double-blind, placebo-controlled trials of non-individualised homeopathic treatment: systematic review and metaanalysis. *Syst Rev.* 2017;6(1):63. Published 2017 Mar 24. doi:10.1186/s13643-017-0445-3

(8) Mathie RT, Lloyd SM, Legg LA, et al. Randomised placebo-controlled trials of individualised homeopathic treatment: systematic review and meta-analysis. *Syst Rev.* 2014;3:142. Published 2014 Dec 6. doi:10.1186/2046-4053-3-142



STEFANO PEDERIVA  
FARMACISTA

## ESPERIMENTO E TIPO, RIFLESSIONI METODOLOGICHE

Le considerazioni che seguono si possono vedere come prosecuzione di quanto esposto nell'incontro su "Immagini della qualità" il 25 marzo 2023, con l'intento di sottolineare una prospettiva a cui si è solo accennato, ma che può essere importante portare a maggiore consapevolezza. Questa prospettiva qualifica anche l'idea di verità, uno degli argomenti dell'incontro di oggi, come ci viene presentata da Rudolf Steiner nella sua tesi di laurea pubblicata nel 1891 col titolo "Verità e scienza". Si tratta della posizione del ricercatore che nel processo conoscitivo ha da passare da una posizione di "spettatore" a quella di "attore".

"Risulta da queste indagini che la verità, come abitualmente si ritiene, non è il riflesso ideale di qualcosa di reale, bensì una libera creazione dello spirito umano che non esisterebbe affatto in alcun luogo, se non venisse da noi stessi prodotta. Compito della conoscenza non è ripetere in forma concettuale ciò che già esiste altrove, ma di creare un campo del tutto nuovo che forma la realtà completa solamente in unione col mondo sensibile dato... Di fronte al corso del mondo l'uomo non è uno spettatore ozioso che ripete in immagini entro il suo spirito quello che senza l'opera sua si compie nel cosmo, ma un co-creatore attivo nel processo del mondo; e il conoscere è l'elemento di massima perfezione nell'organismo dell'universo."

Nelle riflessioni fatte sull'esigenza di trovare per lo studio del vivente un approccio metodologico adeguato a questa area di esperienza, avevo accennato al fatto che per afferrare l'elemento della "tipicità" che qualifica il vivente, è necessaria una interiore attivazione nel senso di un passaggio dalla posizione di spettatore a quella di attore. Come vi si era arrivati?

Anzitutto avevamo ricordato un importante aspetto metodologico messo a fuoco da Rudolf Steiner nelle sue considerazioni gnoseologiche e cioè il fatto che per ogni dimensione del mondo che avviciniamo con la conoscenza, va ricercata una metodologia specifica. Per il mondo inorganico abbiamo la ricerca del fenomeno primordiale, per il mondo del vivente abbiamo la ricerca del tipo, per la

dimensione umana la ricerca della prospettiva individuale. I criteri di scientificità a cui oggi si fa riferimento poggiano su di un approccio quantitativo e analitico e trascurano l'aspetto qualitativo e d'insieme, valorizzando quindi un unico criterio di riferimento. La proposta metodologica di Rudolf Steiner cerca un ampliamento di criteri.

Nella ricerca sperimentale il criterio di scientificità si esprime nel principio di riproducibilità. Un risultato ha valore solo se può essere ripetuto uguale a parità di condizioni. Con riferimento al tema della probabilità proposto per oggi, la riproducibilità diventa qualcosa di più complesso legato all'ambito delle valutazioni statistiche, ma in via di principio la cosa non cambia. Avevo collegato questo principio con il principio filosofico di identità, principio che ha una sua validità nell'ambito del mondo inorganico. Un cristallo di quarzo resta nel corso del tempo fondamentalmente uguale a se stesso, se prescindiamo a parità di condizioni da minime modificazioni e da tempi lunghissimi. Per il mondo del vivente il principio di identità viene a cadere. Un seme vivente messo in terra non resta uguale a se stesso ma continua a trasformarsi nel corso del tempo, diventa fusto e foglia, diventa fiori e frutto. Che cosa significa questo per la ricerca sperimentale, se un risultato perde la riproducibilità? Significa che ci sfugge la specificità del vivente. In realtà è vero che il seme continua a modificarsi, ma alla fine di un ciclo vitale ritorna un seme molto simile a quello di partenza. Da qui la necessità di ampliare il criterio di riproducibilità che resta, come accennato, in via di principio come tale anche nel caso dell'uso della statistica. Se per il vivente va ricercato il tipo, possiamo introdurre un criterio nuovo, quello di "tipicità" che amplia quello di riproducibilità. Avevamo poi anche ricordato come sia necessaria una attivazione interiore per arrivare a cogliere l'elemento tipico, nelle parole di Rudolf Steiner: "Perciò, nell'afferrare il tipo, il nostro spirito deve agire molto più intensamente che nell'afferrare la legge naturale; deve insieme alla forma creare il contenuto..." (*Linee fondamentali di una gnoseologia della concezione goethiana del mondo*).

Se osservo una pianta, per esempio una calendula, posso vedere il seme, poi la sua radice con il fusto, poi le sue foglie, poi il fiore colorato con i petali, poi i frutti e i semi. Non riesco però mai con i sensi a vedere in contemporanea l'insieme di tutta la pianta perché, quando si forma la radice e il fusto non vi è più il seme, quando si forma il frutto il fiore è appassito.

La realtà della pianta nel suo insieme non cade sotto i sensi, è il frutto di una creazione interiore grazie alla quale vedo nel sensibile l'espressione di una realtà invisibile. "Il nostro giudizio deve guardare pensando e pensare guardando" scrive Rudolf Steiner (*Linee fondamentali...*), una capacità che si può chiamare intuizione, "per la scienza organica l'intuizione è il metodo giusto".

Per cogliere l'elemento tipico ho da valutare quali fattori siano essenziali e quali invece secondari, nel caso della calendula il peso è un fattore che posso ritenere secondario rispetto invece ai cambiamenti della forma. Per distinguere l'essenziale dal secondario devo fare una scelta, devo fare una gerarchia di valori. Questo comporta una decisione interiore, quindi un coinvolgimento della volontà, da spettatore passivo inizio a diventare attore. È un passaggio importante che trova nella cultura di oggi forti resistenze, in quanto si tende a considerare una gerarchia di valori come un elemento discriminatorio che mina il principio democratico. Un passaggio senza il quale è difficile affrontare in modo adeguato le attuali problematiche legate alla vita, se si pensa per esempio alla crisi ecologica o al tema della biodiversità e più in generale a tutta l'area della medicina.

Il metodo intuitivo valido per il vivente si collega al tema della verità ricordato in apertura. Rudolf Steiner scrive: "Per noi con l'intuizione non viene imposta dal di fuori una verità, perché per il nostro punto di vista non esiste un dentro e fuori, come ritiene la tendenza scientifica opposta alla nostra di cui abbiamo parlato. Per noi l'intuizione è l'immediata penetrazione nella verità, l'unione con la verità che ci dà tutto quello che importa nei suoi riguardi; essa si estrinseca tutta in quello che ci è dato nel nostro giudizio intuitivo." (*Linee fondamentali ...*)

Quindi in sintesi il confronto fra verità e probabilità è il confronto fra una ricerca portata avanti dalla individualità creativa nella concretezza della singolarità per esempio di un risultato sperimentale visto nella sua tipicità, e una ricerca che coglie dei valori statistici di natura più generale che si rifanno però al principio di identità inadeguato per la sfera qualitativa del vivente.



## OSSERVAZIONI SULLE FORME DELLA PROBABILITÀ

Parlare di *probabilità* non è facile. Se la consideriamo dal punto di vista della "teoria", risulta già problematico stabilire se si tratti di una vera e propria *teoria-a-priori* oppure se sia da vedere come una *teoria induttiva*, ossia una *generalizzazione empirica*.

Inoltre, i *nessi fattuali* di cui si occupa la teoria della probabilità, hanno un difficile statuto ontologico.

Si tratta di *nessi causali*? E se no, cosa intendiamo per *caso* e *aleatorietà*? Si parla di *caso* solo in quanto non si conoscono tutti i parametri in gioco?

Naturalmente stiamo esprimendo tali quesiti in modo piuttosto ingenuo, ma nella sostanza i problemi che emergono nell'affrontare l'argomento sono questi.

Se vogliamo ricondurre il tema entro la cornice metodica *goetheanistica*, evitando pertanto i rischi, da un lato, di unilateralità razionalista e dall'altro di semplificazione empirista, può essere fruttuoso riferirsi al fondamentale binomio concettuale *essenza-manifestazione*.

Da questo punto di vista assolutamente generale, appare corretto affermare che ciascun evento fattuale è manifestazione di un determinato principio essenziale, ossia, nel caso ad esempio della pura fisicità, di una determinata legge pura.

Se anche i parametri in gioco del dato evento sono tanto complessi e imponderabili da non poter enucleare la correlativa legge in forma deterministica (per esempio, la caduta testa o croce di una moneta), pure resta indubitabile che ciascun lancio della moneta è manifestazione fattuale del medesimo principio essenziale che sottende anche tutti gli altri lanci.

Se diciamo, ad esempio, che è improbabile che avvengano 5 lanci consecutivi con esito testa, e supponiamo di stare per eseguire il quinto lancio dopo quattro teste consecutive, non per questo possiamo pensare che la probabilità che si verifichi ancora testa oppure croce sia in qualche modo influenzata dagli esiti precedenti. Se nel nostro esempio (moneta a due facce) non vi sono fattori causali sistematici, la probabilità resta ogni volta, di principio, il 50%.

Dunque il nesso tra principio e manifestazione del singolo lancio è ogni volta il medesimo, e non è condizionato dal precedente, o dai precedenti.

Resta pur vero che, in una *intenzione globale*, è molto improbabile che si verifichino 5 lanci consecutivi con il medesimo esito. Dunque la probabilità, o meglio, la previsione probabilistica di una serie di eventi aleatori, è significativa per una striscia, o per una popolazione. E tanto più, quanto più è grande tale popolazione.

Ma non è assolutamente significativa se prendiamo in considerazione, volta per volta, una singola manifestazione.

Possiamo dire allora che le previsioni probabilistiche (*ante-facta*), e le corrispondenti interpretazioni statistiche (*post-facta*) prevedono/*restituiscono olisticamente* le forme manifestative di determinate strisce o popolazioni di eventi.

La prima conclusione è pertanto che il concetto di probabilità (e quello di statistica, che è l'interpretazione a posteriori degli eventi aleatori) hanno come oggetto nessi puramente manifestativi, e non essenziali.

In altre parole, la probabilità e la statistica hanno a che fare esclusivamente con il piano della manifestazione.

Possiamo spingerci ulteriormente. Dal momento che la probabilità non ha alcunché da dirci - per principio - in merito al nesso *leage-manifestazione* di un determinato fenomeno, il suo autentico dominio è la *manifestazione-in-genera*, senza riferimento, sempre in via di principio, ad alcun contenuto essenziale.

Questo equivale ad affermare che le *pure forme della probabilità* sono identiche, in via di principio, per qualsiasi specie fenomenica.

Ne è prova che il modello teorico di riferimento universale di *distribuzione di probabilità* per qualsiasi specie di popolazioni, è la cosiddetta *gaussiana standardizzata*, ossia una curva che, adattata a un sistema di riferimento assoluto - ossia non condizionato da parametri contingenti (moda e scarto quadratico medio) - *presenta una sola e unica forma*.

Dunque possiamo concludere che la probabilità è una *forma della ma-*

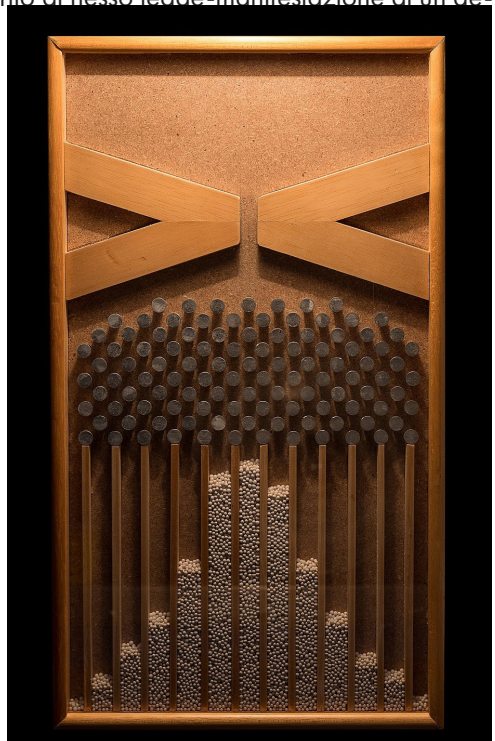


Fig.1: Esperimento di Galton

nifestazione, anzi, ne è una *caratteristica essenziale*, essendone, in verità, una *forma-a-priori*.

L'esperimento di Galton mostra la disposizione di una popolazione di biglie (o dischi o granelli) che, scendendo verticalmente attraverso una regione di pioli disposti regolarmente, finiscono per disporsi in una serie di canali paralleli.

L'esperienza mostra che, quanto più la popolazione è grande e i canali sono fitti, tanto più la disposizione delle biglie (o quant'altro) entro la canalizzazione discreta (istogramma) si avvicina alla forma della curva teorica analitica (continua) comunemente nota come *distribuzione normale* o *gaussiana*.

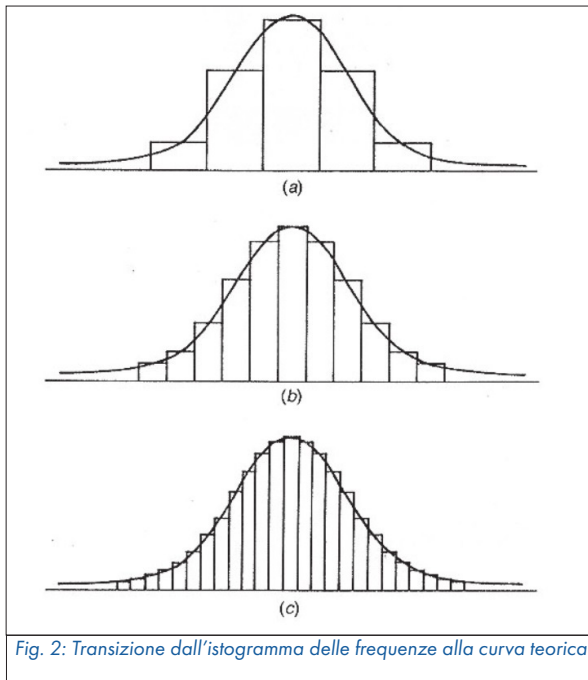


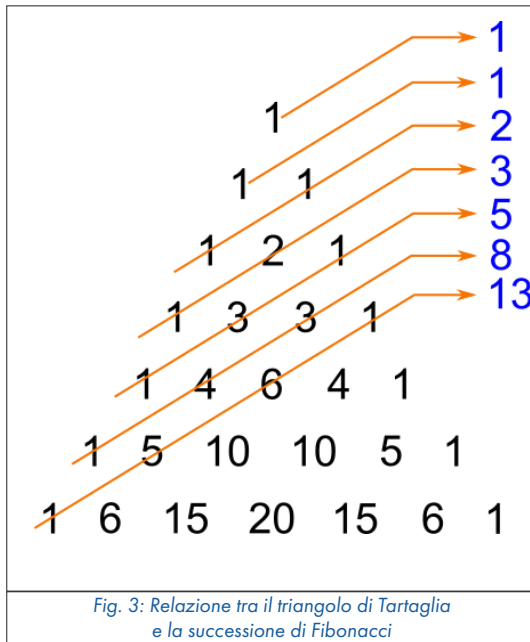
Fig. 2: Transizione dall'istogramma delle frequenze alla curva teorica

Non si tratta però di una semplice interpolazione di una curva continua attraverso dati discreti, e neppure di una generalizzazione teorica per induzione empirica.

Se consideriamo che ogni pallina che scende compie un percorso di piolo in piolo, ove ogni volta deve "scegliere" se passare da un lato o dall'altro dello stesso, e ipotizzando che la macchina sia tanto ben costruita che ciascuna volta la probabilità sia la medesima, consegue che l'andamento probabilistico della discesa è strutturalmente identico al cosiddetto *triangolo di Tartaglia* (utilizzato in algebra per lo sviluppo dei coefficienti degli sviluppi di potenze dei binomi).

In cima abbiamo il numero 1, la prima posizione. Subito sotto, in seconda linea, abbiamo ancora 1 e 1. Le probabilità sono identiche. Nel livello successivo, la posizione centrale ha 2, ossia raddoppia la possibilità in quanto può provenire un elemento sia da destra che da sinistra. Così, ogni numero, in ciascun livello, esprime la somma dei due che gli stanno immediatamente sopra. I numeri in basso, se riportati in un grafico, rappresentano un istogramma che sempre più approssima la gaussiana.

Ricordiamo che la cosiddetta *distribuzione binomiale* è una distribuzione di probabilità discreta che, aumentando infinitamente la popolazione, tende alla *gaussiana*. Qui ne vediamo una rappresentazione intuitiva.

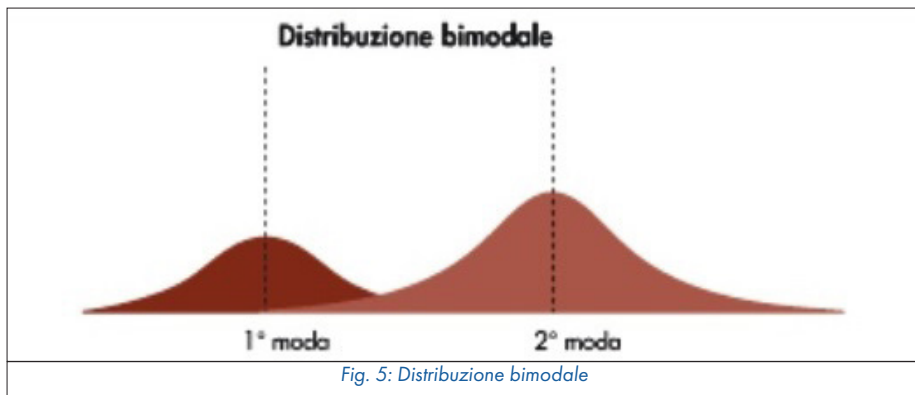
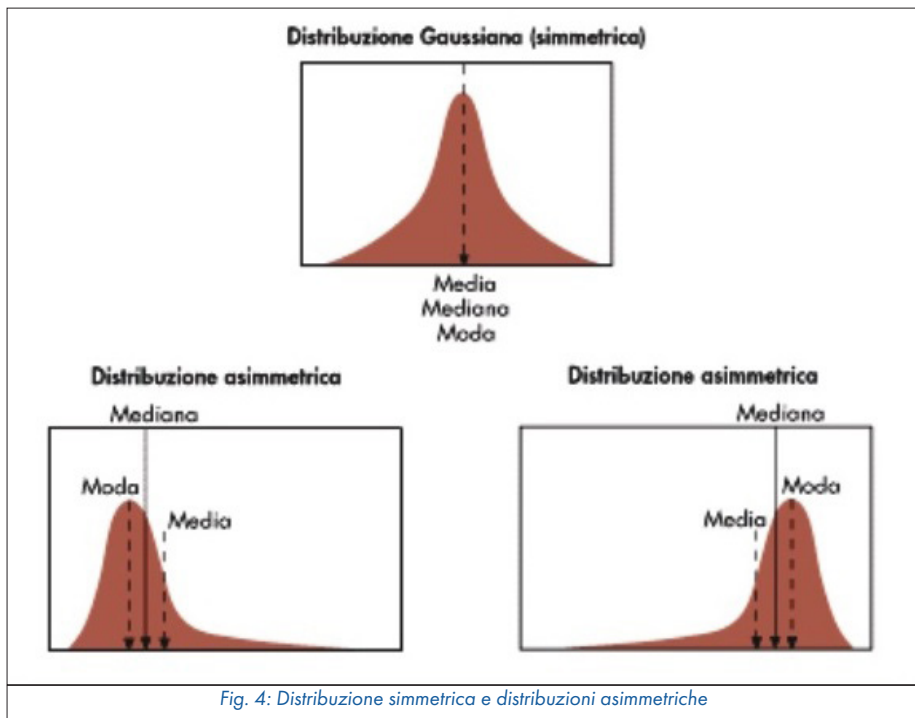


Inoltre, la costruzione dei numeri del triangolo di Tartaglia evidenzia che nella progressione vi è una sorta di *memoria*. Ciascun numero è la somma dei suoi due precedenti, e così fino all'origine.

Non potrebbe quindi non esserci un nesso con la *successione di Fibonacci*, che è la successione dello *sviluppo* e della *memoria* per eccellenza, a sua volta connessa con le meraviglie della *spirale logaritmica*.

Non possiamo ora disperderci più di tanto in queste straordinarie trame ideali. Le matematiche rappresentano un *dispiegamento tautologico attualmente infinito*, e dobbiamo sempre accontentarci di esplorare una porzione limitata della rete.





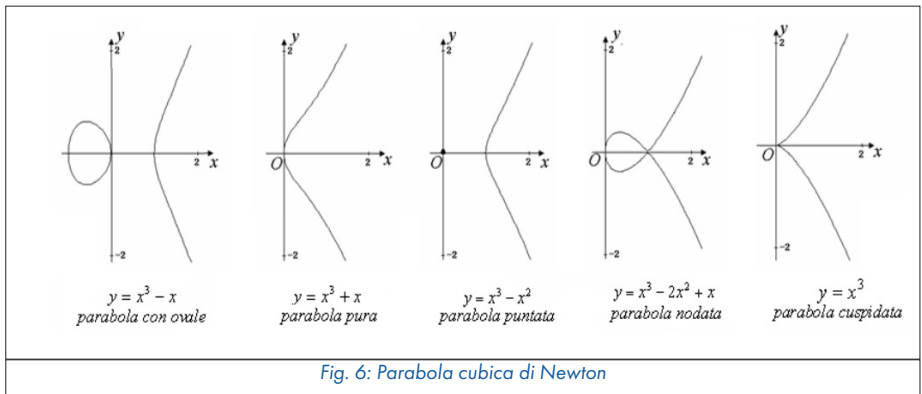
Se consideriamo da un punto di vista morfologico le forme contingenti delle distribuzioni gaussiane, notiamo che si tratta evidentemente di deformazioni o composizioni di una medesima forma archetipale, dovute a determinate condizioni contingenti.

Questa forma archetipale è la cosiddetta *curva a campana*, che al di là delle determinazioni metriche, ossia al di là della sua formulazione analitica, a livello più generale topologico-proiettivo, è la curva del 3° ordine, con tre flessi, di cui due al finito e uno all'infinito.

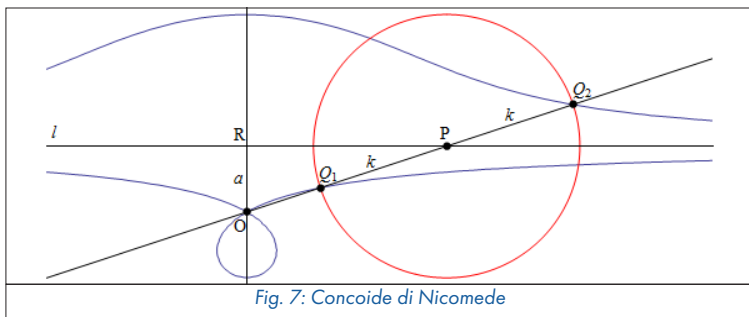
Da un punto di vista essenziale, il *tipo algebrico* (la gaussiana è *trascendente*) è la *parabola cubica* di Newton nella sua manifestazione come *parabola pura*.

Da un punto di vista algebrico, questa manifestazione campaniforme - la seconda da sinistra nella figura 6 - è *isomorfa* alle altre quattro, che pure presentano differenti singolarità.

Espresso in modo figurato, possiamo dire nella *campana pura* le altre singolarità (cappio, ovale chiuso, punto isolato, cuspidi) sono in qualche modo *escluse dalla manifestazione*, ma *idealmente presenti* (a livello *immaginario*). Sono tutte 5 manifestazioni di un unico *tipo generico* (parabola cubica) e la *campana pura* ne è una *specificata*.



Già i nessi tra la forma a campana e le altre manifestazioni del medesimo tipo erano noti, come luoghi di punti (famiglia del concoide), al geometra Nicomede nel 2° secolo a.C.



Questo piccolo excursus sulla forma geometrica a campana, cui la curva gaussiana, se pur non algebrica, fa parte dal punto di vista topologico-proiettivo (che è molto più essenziale di quello metrico), vorrebbe sottolineare la rilevanza della presenza dei tre punti di flesso, di cui due al finito e uno dalla parte opposta rispetto alla rappresentazione, ossia all'infinito. Questa considerazione potrebbe portare a molte altre riflessioni, sulle quali ora non ci soffermiamo.

Nella curva gaussiana i due flessi al finito sono simmetricamente disposti rispetto alla *moda*, e distano esattamente da essa il valore dello *scarto quadratico medio*.

Abbiamo prima anticipato che la curva analitica che rappresenta la *distribuzione gaussiana (o normale) standardizzata* ha una forma *assoluta*, ossia depurata da ogni contingenza.

Nella rappresentazione in figura 8 vediamo anche riportate le probabilità delle aree sottese dalla curva (percentili) in funzione dello scarto quadratico medio (sigma).



In conclusione, possiamo dire che il fenomeno che ci porta a manifestazione l'esperimento di Galton può essere considerato un vero e proprio *fenomeno originario (Urphänomen)* nel senso goethiano.

In particolare, può essere considerato il *fenomeno originario* della *variabilità intrinseca alla manifestazione*.

La legge, la teoria, ossia la forma eidetica di questo fenomeno originario è la pura forma della curva analitica.

Come per ogni altro ambito fenomenico (ontologie regionali), l'empiria e la teoria consistono nella complessificazione del fenomeno originario, ossia nella variazione di tutte le possibili condizioni al contorno e/o interazioni con altri principi.

Ma, a monte di ogni possibile complessificazione, la forma pura del fenomeno è una sola e identica.

Affermare che la variabilità aleatoria è *intrinseca* al *piano manifestativo*, è in un certo senso analogo al principio leibniziano degli indiscernibili, per cui non esiste *uguaglianza numerica* nella realtà, se non l'identità.

Ciò esprime anche, d'altro verso, l'*infinita compattezza e connessione del reale (piano manifestativo)*, ove alla manifestazione di ogni essenza, ossia a ogni evento fenomenico, partecipano infinite altre *catene* determinative, che per principio non possono essere isolate se non artificialmente e solo per alcuni casi.

A questo ordine di riflessioni si può ricondurre anche l'*inafferrabilità* di principio di ogni quantificazione individuale mediante un numero finito di determinazioni razionali (irrazionalità del reale).

Anche la *variabilità morfologica* delle configurazioni organiche, che condiziona le caratteristiche contingenti delle concrezioni individuali, soggiace in linea di principio alle medesime leggi della *contingenza pura manifestativa*.

Così come la geometria elementare ad esempio studia le proprietà delle figure che rimangono invariate se trasliamo o ruotiamo rigidamente le figura stesse (trasformazioni contingenti, non essenziali), altrettanto possiamo dire che la *morfologia organica* studia le proprietà morfologiche essenziali, ossia quelle che non vengono interessate dalla *pura variabilità manifestativa*.

## DUE MODELLI FONDAMENTALI PER LA RAPPRESENTAZIONE DELLE VARIABILI SPERIMENTALI DISCRETE E CONTINUE: LA DISTRIBUZIONE DI POISSON E LA CURVA DI GAUSS

### PREMESSA

- In generale, una **variabile casuale (v.c.)** è un modello teorico che può rappresentare l'andamento di un fenomeno, generalmente rappresentato da valori numerici. La **distribuzione** di una variabile casuale è il meccanismo probabilistico che la caratterizza, appunto il modo in cui la probabilità viene "distribuita" tra tutti i valori possibili.
- Una **variabile casuale discreta** rappresenta il risultato di un **conteggio** e assume solo valori interi, solitamente non negativi (da zero in su). Pertanto, tra un valore e quello immediatamente successivo non vi sono valori intermedi. Una v.c. discreta regolare ha una sua **funzione di probabilità**, che fornisce le probabilità di tutti i valori che la variabile stessa può assumere. Esempi di variabili discrete: numero di petali di un fiore, numero di guasti di un apparato, numero di reti segnate da una squadra di calcio, numero di soci di un circolo, numero di semi germinati e non, ecc.
- Tra le variabili casuali discrete, la **v.c. di Poisson** è il modello più versatile, ed è applicabile a fenomeni di varia natura. Tale modello corrisponde al monitoraggio di un certo tipo di eventi che si verificano nel corso del tempo, fissando un periodo di conteggio (minuto, ora, giorno ecc.) a cui corrisponde ciascun valore osservato e supponendo che la probabilità che l'evento accada sia la stessa in ogni momento, e che il futuro sia indipendente dal passato. La variabile di Poisson ha un solo parametro, detto appunto **parametro di Poisson** (indicato solitamente con la lettera  $\lambda$ ), maggiore di zero, che rappresenta allo stesso tempo il valor medio e la varianza della distribuzione. La

v.c. di Poisson è, per costruzione, asimmetrica; tuttavia, al crescere del valore di  $\lambda$ , il grado di asimmetria diminuisce.

- Una **variabile casuale continua** rappresenta invece il risultato di una **misurazione** e può assumere valori reali qualsiasi (positivi e/o negativi e/o nulli, a seconda della natura della variabile stessa). Pertanto, tra due valori diversi della variabile, c'è sempre un valore intermedio possibile. Analizzando una v.c. continua, non è più possibile assegnare una probabilità positiva a un singolo valore, ma soltanto agli intervalli di valori. Pertanto si deve utilizzare una funzione particolare detta **funzione di densità**, che permette di stabilire la probabilità di un intervallo qualunque di valori della variabile, tramite il calcolo dell'area compresa tra la funzione di densità e l'asse orizzontale. Esempi: lunghezza di uno stelo, peso di un diamante, temperatura dell'aria, pressione arteriosa, velocità di un mezzo di trasporto, durata di un sintomo patologico o di un evento meteorologico, tempo trascorso tra due eventi ecc.
- Tra le variabili casuali continue, la più nota e utilizzata è la **v.c. gaussiana** (detta anche **distribuzione normale**), che rappresenta piuttosto fedelmente i fenomeni, naturali o sociali, con andamento simmetrico. La curva ha la forma di una campana, con un centro di simmetria (corrispondente al **valore mediano**) che divide la distribuzione in due metà perfettamente uguali. La variabile gaussiana è definita, a sua volta, da due parametri distinti: il **valore medio**  $\mu$  e lo **scarto**  $\sigma$ . Il valore medio è il valore a cui corrisponde la densità maggiore, e coincide con il valore mediano. Lo scarto, essendo una misura di variabilità, deve avere necessariamente un valore positivo; infatti, se lo scarto fosse uguale a zero, la variabile casuale assumerebbe sempre lo stesso valore. Come detto, le probabilità di un intervallo di valori si ottiene calcolando l'area delimitata dalla curva e dall'asse orizzontale; essendo tale calcolo, per la distribuzione gaussiana, piuttosto complesso, solitamente si utilizzano le tavole statistiche oppure il **software** specializzato per determinare le probabilità desiderate.
- Esiste un teorema fondamentale di probabilità, detto **teorema centrale del limite**, per effetto del quale, sommando tra loro delle variabili casuali qualunque, purché siano indipendenti e identicamente distribuite, si ottiene una distribuzione che si avvicina sempre di più a una gaussiana; tra l'altro, questo risultato vale anche sommando delle variabili di Poisson. Pertanto, la v.c. gaussiana assume un ruolo molto importante come variabile limite.

## Due modelli fondamentali per la rappresentazione delle variabili sperimentali discrete e continue: la distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

Maurizio Brizzi

(Dipartimento di Scienze statistiche - Università di Bologna)

Convegno «*Verità e probabilità nelle scienze e nella medicina*»

Milano, 7 ottobre 2023

## Eventi indipendenti e variabili indipendenti

- In probabilità esiste un concetto fondamentale che ha un ruolo molto rilevante nella risoluzione dei problemi: si tratta del concetto di **indipendenza stocastica** (o più brevemente di indipendenza).
- Due eventi A e B si dicono **indipendenti** se il fatto che uno dei due si sia verificato non modifica in alcun modo la probabilità che l'altro si verifichi.
- Esempio: se si lancia sul tavolo prima una moneta e poi un dado, lse la moneta esce su «testa» non modifica minimamente la probabilità che il dado dia un punteggio dispari.
- Una **variabile statistica** rappresenta l'insieme dei possibili valori di un fenomeno osservabile, ciascuno associato alla frequenza con cui è stato osservato. Una **variabile casuale (o variabile aleatoria)** rappresenta invece un modello teorico in cui le frequenze dei valori sono sostituite dalle rispettive probabilità.
- Il concetto di indipendenza può venire esteso anche alle variabili casuali: due v.c. X e Y si dicono **indipendenti** se i possibili eventi che riguardano una delle due variabili sono tutti indipendenti dai possibili eventi che riguardano l'altra.
- Esempio: punteggio del dado rosso e punteggio del dado verde.

## Variabili e distribuzioni «discrete» e «continue»

- Una **variabile casuale discreta**, con la sua distribuzione di probabilità, rappresenta un **conteggio** e assume solo valori interi, solitamente non negativi (da zero in su).
- Esempi: numero di petali di un fiore, numero di guasti di un apparato, numero di reti segnate da una squadra di calcio, numero di soci di un circolo, numero di semi non germinati ecc.
- Vi sono parecchi modelli distributivi discreti, tra cui la variabile aleatoria binomiale, geometrica, ipergeometrica, di Pascal, e appunto la v.a. di Poisson di cui parleremo a fondo.
- Una **variabile casuale continua**, che non ha una distribuzione di probabilità ma piuttosto una curva di densità, rappresenta invece una **misurazione** può assumere valori reali qualsiasi, positivi o negativi, e ovviamente può essere compreso lo zero.
- Esempi: lunghezza di uno stelo, temperatura dell'aria, pressione arteriosa, velocità di un mezzo di trasporto, durata di un sintomo patologico o di un evento meteorologico, tempo trascorso tra due eventi ecc.
- Evidentemente, lo studio dei due tipi di variabili statistiche (discrete e continue) prevede l'uso di modelli e strumenti di calcolo ben distinti, per cui si deve distinguere tra distribuzioni di probabilità discrete e continue.

## Riepilogo sintetico delle principali variabili discrete

- La maggior parte delle variabili casuali discrete fanno riferimento a prove dicotomiche, con due possibili risultati (testa/croce, positivo/negativo, adulto/minorenne, corretto/errato ecc.). Ecco una breve descrizione del tipo di esperimento corrispondente a ciascuna variabile aleatoria discreta:
- **Variabile di Bernoulli**: si effettua una sola prova, indicando i due possibili risultati con i numeri 0 e 1
- **Variabile binomiale**: si effettuano  $n$  prove e si conta il numero di prove con risultato «positivo»
- **Variabile geometrica**: si effettuano le prove dicotomiche fino a quando non si ottiene un risultato «positivo»
- **Variabile di Pascal**: si effettuano le prove dicotomiche fino a quando non si ottengono  $r$  (prefissato) risultati «positivi»
- **Variabile ipergeometrica**: si effettua un campionamento senza ripetizione da una popolazione limitata e formata da due categorie di elementi (esempio: palline bianche e nere). Si conta il numero di elementi di una certa categoria (per esempio palline nere) estratti nel campione.
- Tuttavia, la variabile casuale discreta più versatile è quella che stiamo per vedere...



Siméon-Denis Poisson (1781 – 1840)  
Matematico e astronomo francese



Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

5

## La distribuzione di probabilità di Poisson

- Essendo una distribuzione discreta, la variabile casuale di Poisson ha una sua funzione di probabilità  $P(x)$ , ed è quindi possibile calcolare la probabilità esatta di un valore della variabile. I valori possibili della variabile sono i numeri interi non negativi (0, 1, 2, 3, ...).

- La funzione di probabilità è la seguente:

$$P(X = x) = \frac{e^{-k} \cdot k^x}{x!}; x = 0, 1, 2, 3, \dots$$

- La lettera  $e$  che appare nella formula rappresenta il numero di Nepero, circa uguale a 2,7183.

Per esempio, se  $k=4$  e  $x=3$  si avrà:  $P(X = 3) = \frac{e^{-4} \cdot 4^3}{3!} = \frac{64}{6} e^{-4} = 0,1954 = 19,54\%$

Il parametro  $k$  equivale al valore medio della variabile. Per esempio, se la variabile  $X$  rappresenta il numero di chiamate che arrivano a un numero di telefono ogni ora (e che ovviamente varia da un'ora all'altra), il parametro  $k$  è il *numero medio* delle chiamate orarie.

- E' sufficiente fissare il valore di  $k$  per ottenere l'intera distribuzione di probabilità.

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

6

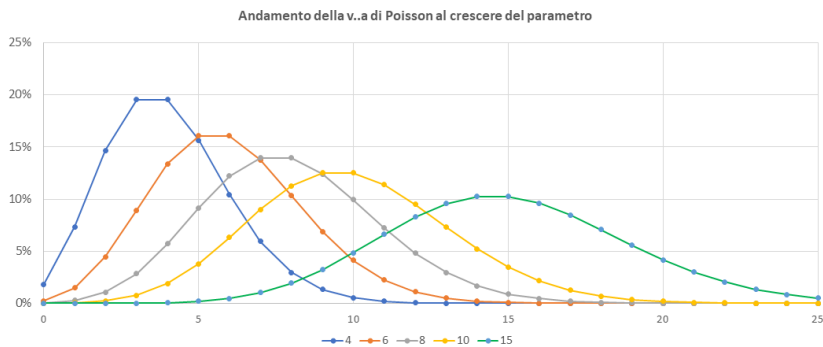
## Storia della variabile aleatoria di Poisson

- La distribuzione di Poisson viene definita per la prima volta in un lavoro scientifico intitolato *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile*, pertanto viene collegata alle probabilità in campo giuridico.
- Nei decenni successivi la distribuzione rimase un po' dimenticata, e riebbe un poco di notorietà alla fine dell'Ottocento in seguito a una curiosa ricerca di Von Bortkiewicz, che si accorse che la distribuzione rappresentava ottimamente il numero di morti per calcio di cavallo nei battaglioni dell'esercito prussiano.
- Evidentemente, si trattava di eventi piuttosto rari, e questo portò il mondo scientifico ad accorgersi che la variabile di Poisson poteva essere applicata ad eventi, analogamente poco probabili, definiti in altri contesti, per cui diventò nota come «distribuzione da applicare agli eventi rari».
- La definizione di «evento raro», inizialmente molto semplificata, si trasformò nel corso del tempo, e ci si accorse che l'applicazione era possibile per gli eventi «rarefatti», tali che sia praticamente impossibile che si verificino due volte nello stesso momento.
- Si giunse così alla definizione attuale di esperimento aleatorio poissoniano: se un certo tipo di eventi (guasti, incidenti, chiamate telefoniche, sintomi patologici acuti ecc.) si verificano nel corso del tempo, in modo che in ogni istante abbiano la stessa probabilità di verificarsi, e si fissa un'unità di tempo (giorno, ora, minuto ecc.), la distribuzione di Poisson rappresenta validamente **la probabilità che in una di queste unità di tempo accadano esattamente  $x$  eventi**.

## Caratteristiche principali della variabile aleatoria di Poisson

- Un aspetto peculiare della distribuzione di Poisson è proprio questo: se si conosce il valore medio della variabile (per esempio il numero medio orario di chiamate ricevute da un utente telefonico), allora è possibile determinare la probabilità di qualunque valore, senza bisogno di ulteriori informazioni.
- Un'altra caratteristica tipica di questa variabile è che il valore medio e la varianza della distribuzione sono entrambi pari al parametro  $k$ , che pertanto permette di valutare simultaneamente l'andamento medio e il grado di variabilità.
- Il modello comprende, come valori possibili, ogni numero intero non negativo; tuttavia, le probabilità dei valori grandi (molto maggiori del valore medio  $k$ ) sono talmente piccole da risultare trascurabili (vedi Tabella 1)
- Se poi si considerano più variabili di Poisson, tra loro indipendenti, vale un importante risultato: la loro somma segue ancora una distribuzione di Poisson, il cui parametro è pari alla somma dei parametri delle variabili componenti. Esempio: Se  $X_1$  è una Poisson di parametro 2,  $X_2$  è una Poisson di parametro 3,  $X_3$  è una Poisson di parametro 5, indipendenti tra loro, allora la somma  $X_1 + X_2 + X_3$  avrà una distribuzione di Poisson di parametro  $2+3+5=10$ .

## Rappresentazione grafica della v.a. di Poisson



Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

9

## Tabella 1 - Probabilità delle code della distribuzione di Poisson

k =	$P(X > 2k)$	$P(X > 3k)$	$P(X > 4k)$
0,5	9,020%	9,020%	1,439%
1	8,030%	1,899%	0,366%
1,5	6,564%	1,858%	0,093%
2	5,265%	0,453%	0,024%
2,5	4,202%	0,425%	0,006%
3	3,351%	0,110%	0,0016%
4	2,136%	0,027%	0,0001%
5	1,370%	0,007%	0,00001%
6	0,883%	0,002%	0,000001%

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

10

## Il processo aleatorio di Poisson

- Un **processo aleatorio (temporale)**, che si può indicare con  $\{X_t, t \geq 0\}$  rappresenta la successione, discreta o continua, dei valori di una variabile nel corso del tempo. La **traiettorie** di un processo rappresenta l'insieme dei valori via via assunti da  $X_t$ .
- Il processo è a parametro discreto se i valori vengono rilevati dopo una certa unità di tempo (ogni ora, a fine giornata, a fine mese, a fine anno ecc.), mentre è a parametro continuo se vi è la possibilità di monitorare il processo in ogni istante.
- Esempi: il cambio Euro-Dollaro USA; il valore di un titolo azionario; il numero di iscritti a un circolo/associazione; la statura di un bambino nel corso dello sviluppo; il numero di pazienti sopravvissuti dopo una determinata diagnosi ecc.
- Un processo aleatorio  $X_t$  si dice **processo di conteggio** se rappresenta il numero di eventi che si sono verificati dal tempo 0 al tempo  $t$ , e assume valori non decrescenti.
- Un processo di conteggio diventa un **processo di Poisson** se ha due caratteristiche fondamentali:
- 1 - L'andamento futuro del processo è indipendente dall'andamento passato
- 2 - Il numero di eventi che si verificano in un intervallo di tempo di lunghezza  $d$  si distribuisce secondo una v.a. di Poisson di parametro  $\lambda \cdot d$ , dove il valore  $\lambda$  è costante nel tempo e dipende dall'unità di misura del tempo stesso (minuti, ore, giorni ecc.).

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

11

## Il processo aleatorio di Poisson: un esempio

- Un paziente soffre di bronchite cronica, non ingravescente, e subisce attacchi di tosse secondo un processo aleatorio di Poisson. In media, ogni ora si verificano 1,3 attacchi. Con questo semplice, unico dato si possono determinare molte informazioni, per esempio:

**- La probabilità che nelle prossime due ore il paziente subisca un solo attacco di tosse**

La media (e quindi il parametro), relativa a un periodo di due ore, è  $1,3 \cdot 2 = 2,6$

La probabilità cercata è:  $P(X_2 = 1) = \frac{e^{-2,6} \cdot 2,6^1}{1!} = 2,6 \cdot e^{-2,6} = 0,1931 = 19,31\%$

**- La probabilità che per un'ora e mezza non vi siano attacchi di tosse**

La media, relativa a un periodo di 1,5 ore, è  $1,3 \cdot 1,5 = 1,95$

La probabilità cercata è:  $P(X_{1,5} = 0) = e^{-1,95} = 0,1423 = 14,23\%$

**- La probabilità che nella prossima ora il paziente subisca almeno due attacchi di tosse**

La probabilità che il paziente non subisca nessun attacco è:  $P(X_1 = 0) = e^{-1,3} = 0,2725 = 27,25\%$

La probabilità che il paziente subisca un solo attacco è:  $P(X_1 = 1) = 1,3e^{-1,3} = 0,3543 = 35,43\%$

La probabilità di subire almeno due attacchi comprende tutta la probabilità rimanente:

$P(X_1 \geq 2) = 1 - P(X_1 = 0) - P(X_1 = 1) = 1 - 0,2725 - 0,3543 = 0,3732 = 37,32\%$

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

12

## ***Il processo aleatorio di Poisson: alcune osservazioni***

- Ovviamente, il processo di Poisson richiede una condizione importante: la probabilità istantanea di accadimento dell'evento monitorato deve essere sempre uguale. E' chiaro che questa condizione non è sempre verificata; al limite si può applicare il processo di Poisson limitatamente a un certo periodo di tempo.
- Per esempio, il numero medio di attacchi di tosse del paziente potrebbe valere limitatamente alle ore diurne, essendo sicuramente diversa la dinamica nelle ore notturne; si potrebbero ipotizzare due valori diversi del parametro, uno relativo alle ore diurne, l'altro alle ore notturne. Si può anche supporre che il paziente venga trattato farmacologicamente, e che questo possa portare a una diminuzione del valore del parametro di Poisson (appunto perché induce una riduzione del numero di attacchi).
- Quando è possibile applicare il processo di Poisson, è anche possibile (e piuttosto semplice) valutare da un punto di vista probabilistico il tempo di attesa  $T$  tra un evento e l'altro. Infatti, dire che il tempo  $T$  è maggiore di un certo valore  $t^*$  è come dire che in un intervallo futuro di lunghezza  $t^*$  non si verificherà alcun evento, il che è direttamente ricavabile dalla variabile di Poisson:
- $P(T > t^*) = P(X_{t^*} = 0) = e^{-\lambda \cdot t^*}$
- Nell'esempio del paziente bronchitico, la probabilità che il tempo di attesa sia maggiore di mezz'ora è
- $P(X_{0,5} = 0) = e^{-1,3 \cdot 0,5} = e^{-0,65} = 0,522 = 52,2\%$

## **Applicazione della v.a. di Poisson negli esperimenti sulla germinazione del grano**

### **1) Descrizione degli esperimenti**

- Una serie di esperimenti, iniziati nel 1992 e durati circa 20 anni, è stata svolta da un gruppo di lavoro multidisciplinare, formato da Daniele Nani, medico antroposofa milanese, da Lucietta Betti, ricercatrice di Patologia vegetale a Bologna, da Maurizio Brizzi, statistico e da Maurizio Peruzzi, perito chimico, che ne hanno curato i vari aspetti.
- Il modello di base era formato da una serie di piastre Petri, che venivano tenute a condizioni ambientali costanti, ciascuna contenente 33 semi di grano della specie *Triticum durum*. Dopo aver trattato i semi ciascuna piastra con le sostanze previste dal protocollo adottato, i semi venivano lasciati seguire il loro processo di germinazione, e dopo 4 giorni (96 ore) venivano contati i semi non germinati. Per esempio, se in una piastra risultavano germinati 29 semi su 33, il valore corrispondente era  $X=4$ .
- I trattamenti previsti facevano riferimento alle alte e altissime diluizioni di triossido di arsenico (*Arsenicum album*), che essendo una sostanza notoriamente tossica dovrebbe avere un effetto inibente sulla germinazione. In alcuni esperimenti i semi venivano pretrattati con dosi ponderali della stessa sostanza, e successivamente sottoposti al trattamento specifico.
- Si è potuto chiaramente osservare che la distribuzione di Poisson rappresentava in maniera soddisfacente il numero  $X$  di semi non germinati in ciascuna piastra Petri, per cui l'analisi statistica si è sostanzialmente basata su questo risultato.

## Applicazione della v.a. di Poisson negli esperimenti sulla germinazione del grano (segue)

### • 2) Descrizione dei risultati

- Avendo determinato (con buona approssimazione) la forma distributiva della variabile X, è stato possibile applicare un apposito test statistico per effettuare il confronto tra i trattati e i controlli.
- Alcuni dei principali risultati sono illustrati nella seguente tabella:

Esperimenti sulla germinabilità a 96 ore											
Anno esperm.	Anno pubblicaz.	Procedura di stress	Controllo N. Piastre	N. semi	Semi NG	Media NG	Trattam. N. Piastre	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45x N. semi	Semi NG	Media NG	Differ. %
1992	1994	NO	48	1584	86	1,792	24	792	25	1,042	-41,9%
1994	2000	NO	54	1782	83	1,537	24	792	23	0,958	-37,7%
1996	2000	NO	48	1584	96	2,000	24	792	27	1,125	-43,8%
1994	2000	SI'	34	1122	171	5,029	12	396	39	3,250	-35,4%
1996	2000	SI'	24	792	158	6,583	16	528	54	3,375	-48,7%
2001	2007	SI'	14	462	80	5,714	8	264	36	4,500	-21,3%

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

15

## Rappresentazione di una variabile statistica continua

- Come già specificato in precedenza, il valore di una variabile statistica continua rappresenta il risultato di una misurazione, e può assumere un'infinità continua (densa) di valori possibili.
- Una delle peculiarità di una variabile statistica continua è l'impossibilità di attribuire probabilità positive ai singoli valori. Le probabilità possono essere invece attribuite agli intervalli.
- Infatti, se ci pensiamo bene, è praticamente impossibile che una persona sia alta esattamente 180 cm o che pesi 70 kg. Se misuriamo la statura e il peso di un individuo con uno strumento sufficientemente preciso, ci sarà sempre qualche piccolo scostamento. Di fatto, si dice che una persona è alta 180 cm se la sua statura cade nell'intervallo [179,5 – 180,5]. Lo stesso si può dire per la variabile «peso» o per qualunque altra variabile continua.
- Per questo motivo, al posto della funzione di probabilità che assumerebbe sempre valore zero, si utilizza la cosiddetta funzione di densità, detta curva di densità quando è curvilinea, che rappresenta non una probabilità puntuale ma un «addensamento» della probabilità nei dintorni di un punto.
- La probabilità che una variabile continua Y assuma un valore compreso tra un punto «inferiore» a e un punto «superiore» b si ottiene calcolando l'area compresa tra la curva e l'asse orizzontale in corrispondenza dell'intervallo [a,b].

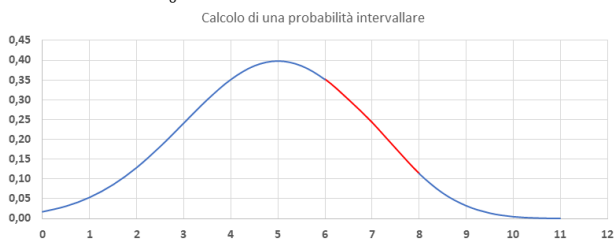
Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

16

## Come attribuire la probabilità a un intervallo di valori utilizzando la funzione di densità di probabilità

- Per calcolare la probabilità che la variabile casuale sotto indicata assuma un valore compreso tra 6 e 8 occorre calcolare l'area compresa tra il segmento orizzontale [6, 8] e la corrispondente parte di funzione di densità (indicata in rosso). Per calcolare un'area curvilinea occorre risolvere un integrale definito, e precisamente:  $\int_6^8 f(y) dy$



Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

17

## Karl Friedrich Gauss (1777 – 1855) Matematico, fisico e statistico tedesco

- Gauss



Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

18

## Alcune caratteristiche specifiche di una variabile casuale gaussiana

• La curva di densità gaussiana ha le seguenti caratteristiche:

- a) E' simmetrica e ha la caratteristica forma a campana
- b) Dipende da due parametri: la media  $\mu$  e lo scarto  $\sigma$ .

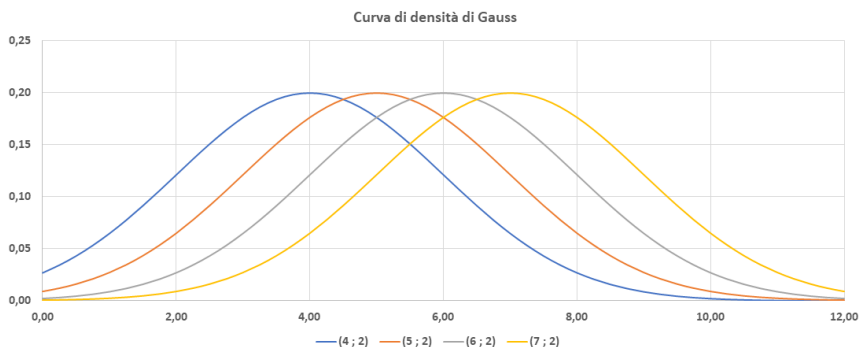
Aumentando (o diminuendo) il valore della media  $\mu$  la curva si sposta verso destra (o sinistra) senza cambiare forma; cambiando il valore dello scarto, la curva diventa più o meno concentrata nel centro.

- c) Se si prende una variabile casuale gaussiana e si applica una funzione lineare (si moltiplica per un valore costante  $b$  e si somma/sottrae un altro valore costante  $c$ , la variabile risultante è ancora una gaussiana.
- d) Se si sommano tra loro due o più variabili gaussiane, ciascuna indipendente dalle altre, la variabile risultante è ancora una gaussiana.
- e) Applicando la proprietà c) alla seguente trasformazione lineare:

$$Z = \frac{Y - E(Y)}{S(Y)} = \frac{Y - \mu}{\sigma}$$

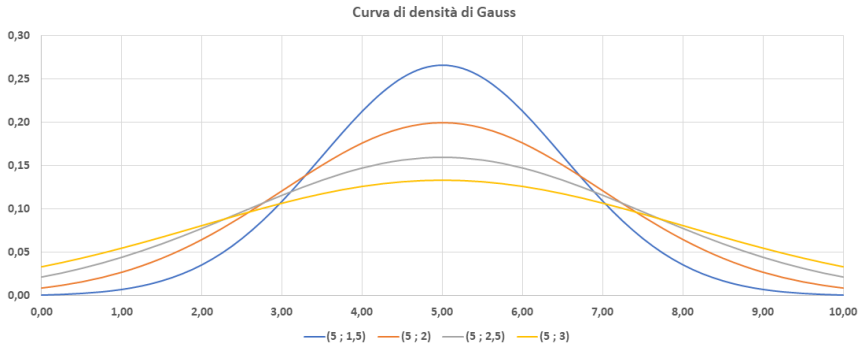
si ottiene una v.c. gaussiana «semplificata», nota come distribuzione normale standardizzata, che ha media 0 e scarto 1. Pertanto, in questa distribuzione, i valori al di sopra della media sono positivi e quelli al di sotto sono negativi.

## Funzione di densità «gaussiana» al variare del parametro «media»





## Funzione di densità «gaussiana» al variare del parametro «scarto»

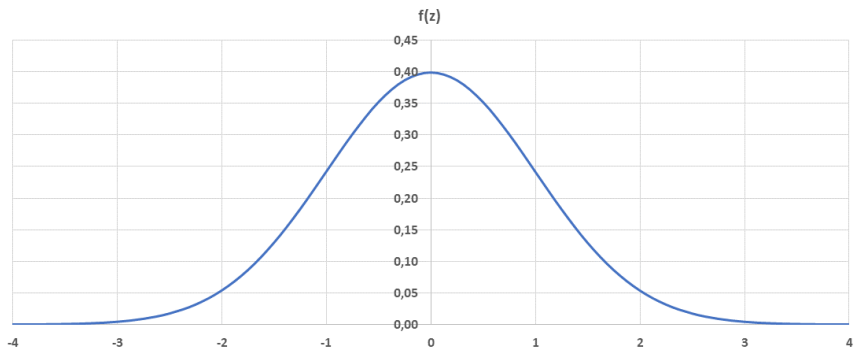


Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

21

## Curva di densità associata alla distribuzione normale standardizzata $N(0;1)$



Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

22

## Il teorema centrale limite

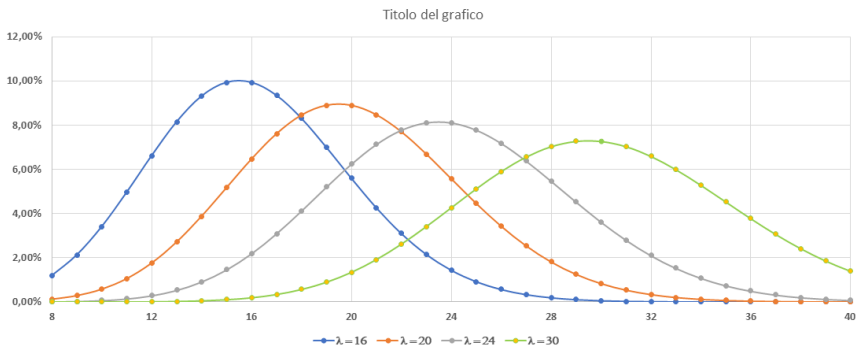
- Esiste un teorema probabilistico fondamentale che rappresenta per così dire l'incoronazione della variabile gaussiana come «regina dei modelli distributivi continui».
- In buona sostanza, il teorema dice che se si considerano delle variabili casuali (tra loro indipendenti)  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 \dots$  di qualunque forma distributiva, discrete o continue, simmetriche o asimmetriche, e si sommano tra loro, una alla volta, presto o tardi la variabile risultante assume una forma distributiva gaussiana. Si può pertanto dire che, determinando le somme parziali
- $S_1 = Y_1; S_2 = Y_1+Y_2; S_3 = Y_1+Y_2+Y_3; S_4 = Y_1+Y_2+Y_3+Y_4$  ecc.
- Qualunque tipo di variabile casuale si trasforma in una v.c. gaussiana al crescere del numero di variabili sommate.
- In particolare, la distribuzione binomiale, che è la risultante di  $n$  prove del tipo «successo o insuccesso», converge alla distribuzione gaussiana al crescere di  $n$ .
- Per esempio, se si effettua un numero molto grande di lanci di una moneta, la distribuzione corrispondente si avvicina molto a una v.c. gaussiana.

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

23

## TCL con variabili componenti di Poisson



Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

24

## Confronto tra le medie di due popolazioni gaussiane: il test t di Student

- Uno dei test più conosciuti nell'ambito dell'inferenza statistica è il test basato sulla distribuzione t di Student, che permette di confrontare le medie di due popolazioni gaussiane attraverso il confronto delle corrispondenti medie campionarie.
- Per eseguire il test si parte dall'ipotesi iniziale che i parametri  $\mu_A$  e  $\mu_B$ , relativi a due popolazioni gaussiane A e B, abbiano esattamente lo stesso valore. Si deve altresì supporre che gli scarti  $\sigma_A$  e  $\sigma_B$  delle due popolazioni non siano marcatamente differenti (esiste un test specifico per questo).
- Il test consiste nel calcolare e confrontare le due medie aritmetiche campionarie  $\bar{y}_A$  e  $\bar{y}_B$ : se le due medie campionarie risultano essere molto differenti verrà rifiutata l'ipotesi di uguaglianza tra  $\mu_A$  e  $\mu_B$ .
- La statistica da applicare è la seguente: 
$$t = \frac{\bar{y}_A - \bar{y}_B}{s \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$$
- Il risultato va confrontato con i valori di coda (valori estremi) della variabile casuale t di Student.
- Pertanto, il valore t è ottenuto considerando tre aspetti:
  - a) la differenza tra le due medie campionarie;
  - b) la variabilità complessiva dei dati;
  - c) le numerosità dei due campioni su cui viene fatto il test.

## Applicazione della v.a. gaussiana negli esperimenti sulla germinazione del grano

- **1) Descrizione degli esperimenti**
- Nell'ambito degli esperimenti prodotti dal gruppo di lavoro multidisciplinare già citato a proposito delle applicazioni della distribuzione di Poisson, sono stati fatti anche alcuni esperimenti relativi alla lunghezza del germoglio e delle radici delle piantine di grano a 7 giorni dall'inizio del trattamento, pubblicati in Betti et al. (1997).
- Qui sono stati considerati tre trattamenti differenti: il Controllo non stressato (C), in cui i semi sono stati trattati esclusivamente con acqua distillata; il Controllo stressato (K), dove i semi sono stati pretrattati con dosi ponderali sub-letali di  $As_2O_3$ , risciacquati e infine trattati con acqua distillata; il Trattamento (T) vero e proprio, in cui i semi, dopo essere stati pretrattati con  $As_2O_3$  e risciacquati, venivano poi trattati con una potenza omeopatica della stessa sostanza tossica, e precisamente  $As_2O_3 45x$ .
- Dopo aver trattato i semi selezionati con le sostanze previste dal protocollo adottato, i semi venivano lasciati seguire il loro processo di germinazione, e dopo 7 giorni (168 ore) sono state misurate le lunghezze del germoglio e delle radici primarie e secondarie. Essendo disponibile un numero abbastanza importante di dati, l'analisi è stata concentrata sulle lunghezze medie.
- Molte variabili naturali (statura umana, lunghezza della coda dei gatti, peso delle mele, lunghezza delle parti di una pianta ecc.) seguono con buona approssimazione una distribuzione gaussiana, che si poteva dare per «scontata» anche in questo contesto, ma per sicurezza è stato calcolato un «indice di asimmetria» verificando che nella distribuzione dei dati osservati non ci fosse un'asimmetria marcata, che costituisce la principale regione di allontanamento dalla v.c. gaussiana.

## Applicazione della v.a. gaussiana negli esperimenti sulla germinazione del grano (segue)

• 2) Descrizione dei risultati

• Sono stati utilizzati 60 semi per il controllo generale, 150 semi per il controllo stressato e 150 per il trattamento, per un totale di 360 semi. Pertanto si può dire che si tratta di «grandi campioni», il che rende sicuramente più affidabili i risultati. Le medie aritmetiche campionarie sono state evidenziate per ciascun trattamento e per ciascuna parte della piantina, e tra il controllo stressato (K) e il trattamento con  $As_2O_3$ 45x (T) è stato applicato il test t di Student per la differenza tra le media di popolazioni normali. I risultati sono evidenziati nella seguente tabella:

Esperimenti sulla lunghezza di germoglio e radici dopo 168 ore (dati in mm)							
Anno di esperimento	Anno di pubblicazione	Gruppo	N. semi	Lunghezza media:			
				Germoglio	Radici principali	Radici secondarie	Complessiva
1994	1997	C – Controllo	60	76,4	146,7	265,1	488,2
		K – Stressato	150	31,7	91,6	189,4	312,7
		T – Trattato	150	39,4	90,8	188,3	318,5
		Diff. % tra K e T :		+ 24,3%	- 0,9 %	- 0,6%	+ 1,9%
				< 0,1 % ***	N.S.	N.S.	N.S.

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

27

## Applicazione della v.a. gaussiana negli esperimenti sulla germinazione del grano (segue)

• 3) Andamento temporale

Come si può vedere, una differenza significativa tra i trattamenti K e T è stata riscontrata solo per la lunghezza del germoglio. In particolare, la lunghezza è stata «monitorata» durante i sette giorni di osservazione e si è osservato come la significatività aumentasse di giorno in giorno, come si nota dalla seguente tabella:

Esperimenti sulla lunghezza del germoglio (dati in mm)				
Gruppo	4 giorni	5 giorni	6 giorni	7 giorni
K – Stressato	8,21	14,85	22,61	31,74
T – Trattato	9,31	17,73	27,59	39,37
Differenza %	+ 13,4 %	+ 19,4 %	+ 22,0 %	+ 24,0 %
t =	1,700	2,505	2,903	3,292
p – value	4,46%	0,61 %	0,18 %	0,05 %

Milano, 07/10/2023

Maurizio Brizzi - La distribuzione di Poisson e la curva di Gauss

28

## Considerazioni conclusive

- La distribuzione di Poisson rappresenta un modello molto versatile per i dati che rappresentano dei conteggi, specialmente quando si osservano eventi di un certo tipo che si verificano nel tempo.
- Il processo di Poisson rappresenta un'applicazione dinamica della variabile casuale di Poisson, che permette anche l'analisi di aspetti particolari come i tempi di attesa tra un evento e l'altro.
- La distribuzione gaussiana rappresenta la distribuzione-tipo di molte variabili naturali, soprattutto quelle che risultano essere, almeno approssimativamente, simmetriche. Il teorema centrale limite ne rafforza ulteriormente l'importanza e l'applicabilità in ambito statistico.
- Come si è visto nelle tabelle presentate, può essere importante e dà maggiore completezza ai risultati il fatto di confrontare i trattamenti e i controlli sia da un punto di vista descrittivo (per esempio, come differenza percentuale), eventualmente ricorrendo a una rappresentazione grafica, sia dal punto di vista inferenziale, calcolando la significatività e il cosiddetto «p-value».

## Riferimenti bibliografici

- S.D. Poisson (1837). [\*Probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile, précédées des règles générales du calcul des probabilités\*](#)
- Student (1908), The probable error of a mean. «Biometrika», **6**, 1-25.
- N.L. Johnson, A.Kemp, S.Kotz (2005). *Poisson Distribution*, in *Univariate Discrete Distributions* (3rd ed.), John Wiley & Sons, New York, 156–207.
- L.Betti, M.Brizzi, D.Nani, M.Peruzzi (1994), *A pilot statistical study with homeopathic potencies of Arsenicum album in wheat germination as a simple model*. «British Homeopathic Journal», **83**, 195-201.
- L.Betti, M.Brizzi, D.Nani, M.Peruzzi (1997), *Effects of high dilutions of Arsenicum album on wheat seedlings from seed poisoned with the same substance*. «British Homeopathic Journal», **86**, 86-89.
- M.Brizzi, D.Nani, L.Betti, M.Peruzzi (2000), *Statistical analysis of the effect of high dilutions of Arsenic in a large dataset from a wheat germination model*. «British Homeopathic Journal», **89**, 63-67.
- D.Nani, M.Brizzi, L.Lazarato, L.Betti (2007), *The role of variability in evaluating ultra high dilution effects: considerations based on plant model experiments*. «Forschende Komplementärmedizin», **14**, 301-305.



**GIORGIO DI MOLA**  
MEDICO, FONDATORE SOCIETA' ITALIANA DI CURE PALLIATIVE (SICP)

## **LA MEDICINA CONTEMPORANEA E LA TÈCHNE ALLA LUCE DELL'INELUTTABILITÀ DEL LIMITE IMPOSTO DALLA NATURA**

### **RIASSUNTO**

Lo studio e la pratica delle materie mediche in epoca moderna non sono orientati a completare il percorso formativo del medico con la cura totale dell'organismo malato, anche al termine della vita, quando la persona umana può essere affetta da una malattia inguaribile. Solo recentemente con l'avvento delle cure palliative e l'introduzione di un insegnamento e di una specialità, si è data attenzione a questo problema. La necessaria riflessione sulla morte, rimossa per secoli, o affidata al campo religioso, ha aperto un orizzonte nuovo, che si basa su arcaici principi di cura, tali da avvicinare la medicina ufficiale a discipline non convenzionali, che della medicina totale o olistica hanno fatto il loro principio fondante. Non solo, ma questo orientamento ha illuminato la scienza medica con il principio inalienabile che riguarda il limite imposto dalla natura alla tecnica e la necessità di rispondere alle esigenze esistenziali delle persone alla fine della loro vita.

### **PAROLE CHIAVE**

Malattia inguaribile, cura palliativa, morte, medicina olistica, limite.

\* \* \*

# CONTEMPORARY MEDICINE AND TECHNE IN LIGHT OF THE INEVITABILITY OF THE LIMIT IMPOSED BY NATURE

## SUMMARY

The study and practice of medical subjects in the modern era is not oriented towards completing the doctor's training path with the total care of the sick organism, even at the end of life, when the human person may be suffering from an incurable disease. Only recently, with the advent of palliative care and the introduction of a teaching and specialty, attention has been given to this problem. The necessary reflection on death and dying, removed for centuries, or entrusted to the religious field, has opened a new horizon, which is based on archaic principles of treatment, such as to bring official medicine closer to an unconventional discipline, which have made their founding principle from total or holistic medicine. Not only that, but this orientation has illuminated medical science with the inalienable principle which concerns the limit imposed by nature on technology and the need to respond to the existential needs of the human people at the end of their lives.

## KEY WORDS

Incurable illness, palliative care, death, holistic medicine, limit.

\*\*\*

Devo confessare le mie modeste e del tutto insufficienti conoscenze in antroposofia, che derivano unicamente da letture e sui principi più noti della filosofia steineriana, di cui posso però avvertire delle affinità, in particolare per l'aspetto di una medicina che si deve occupare della complessità e dell'unità dell'organismo affetto da una patologia.

Come medico anestesista rianimatore e esperto di cure palliative, posso perciò solo cercare essere coerente con la mia adesione alla storia e ai principi delle cure di fine vita.

Le cure palliative (cp) non avendo come scopo la guarigione del malato, affrontano con un approccio sintomatico la molteplicità delle condizioni dei pazienti, per migliorare per quanto possibile la qualità della vita che rimane sino alla morte. (1)

Non vi è un'informazione soddisfacente sulle finalità delle cure al morente e nel pubblico si tende ancora a confondere o assimilare cp alla terapia del dolore.



Basta guardare le più recenti cronache, per esempio sulla condizione di Messina Denaro, definita come irreversibile e trattato solo con “terapia del dolore”, che obiettivamente non poteva che essere una cura palliativa.

Palliativo viene sentito come un termine ambiguo e ostacoli culturali rendono difficile parlare esplicitamente di come può finire la vita e parlare della morte. Bisogna però considerare che nel nostro Paese, le cp sono nate e si sono sviluppate dalla terapia del dolore da cancro e che questa forma di terapia ha costituito per molto tempo l’alibi per mascherare al malato l’obiettivo reale degli interventi volti non esclusivamente al dolore, che è solo uno dei numerosi sintomi di una patologia infausta.

Anche l’iniziale favore con cui questa attività è stata accolta deriva dal fatto che è stata fatta passare e scambiata come un’efficace terapia antalgica, esaltando l’aspetto di sollievo dalla sofferenza. Non si può negare che molti medici hanno nei primi tempi aderito allo sviluppo della terapia del dolore, più che a un intervento complesso come devono essere le cure palliative.

Tra queste prime difficoltà non si possono trascurare gli ostacoli che pongono la necessità di valutare le attitudini di un medico che voglia praticare le cp, così come è difficile misurare e valutare obiettivamente cosa può spingere uno studente o un neolaureato a impegnarsi in studi nell’ambito di cure sintomatiche, quando ancora non ha imparato guarire o a mantenere in buona salute una persona. Infine, ancora più difficile è definire il ruolo del medico in un processo di cura così complesso, multifattoriale e multidisciplinare. (2)

Se consideriamo i Paesi che hanno introdotto prima di noi le cure per i malati morenti, possiamo constatare che i medici addetti alle cp sono professionisti già esperti e formati, che per completare il loro ruolo e renderlo efficaci sono inseriti in equipe multi-specialistiche, nelle quali il medico non occupa una posizione preminente, ma è al servizio del malato limitatamente alle proprie competenze.

E già questo è un problema culturale non da poco in quanto prevede il superamento del tradizionale atteggiamento paternalistico del medico.

L’immagine suggestiva dell’organigramma in questa disciplina è infatti quella di un ribaltamento della piramide assistenziale, al vertice della quale non sta più il medico ma la persona malata, che orienta le decisioni dei curanti, a seconda delle sue necessità, verso la morte.

Rispetto alla medicina ufficiale è una vera e propria rivoluzione, iniziata da chi ha intrapreso le cure dei morenti, quando si è reso conto che di fronte alla morte le evidenze scientifiche, le certezze delle prove cliniche, le ricerche sperimentali perdono molto della loro forza e significato e si deve far capo a strumenti non forniti dalle scuole di medicina.

Il motto che ha animato i pionieri delle cp è stato "low tech and high touch", ossia un minimo intervento tecnico a favore di una maggiore vicinanza alle condizioni della persona. Questo approccio ha subito attacchi e critiche nel campo clinico convenzionale, sia per l'aspetto "buonista", si direbbe oggi, quello di un medico caritatevole dotato solo di una buona dose di umanità, sia per il rapporto tra mediatori tecnici e strumenti immateriali di prossimità e comunicazione, a favore di quest'ultimi.

Che medico può essere un mero esecutore di interventi assistenziali? È uno dei paradossi che sembrano sorgere a fronte di una patologia inguaribile. Come il fallimento della tecnica, proprio là dove sembrava aver trionfato, affiancando e fornendo un aiuto importante al medico nei suoi interventi.

Ma di fronte a una malattia che sta portando alla morte si svela l'importanza di quella visione del malato, che può avere solo una persona che interagisca con la sua condizione, una visione senz'altro più vicina e coerente ai principi di alcune medicine dette non convenzionali, e più complessa, o meglio più "completa", dell'organismo che "ospita" la malattia.

Da ciò deriva un paradosso ancora più evidente, perché questa visione, chiamata olistica, del tutto coerente con le finalità di qualsiasi altro percorso di cura e terapia, viene solo raramente o mai considerata dalla medicina cosiddetta ufficiale.

Non può quindi essere una sorpresa che questo approccio sia nato e si sia sviluppato nel campo dell'anestesia e rianimazione.

In questa specialità dove è massimo l'intervento tecnico e il dolore è il principale sintomo da eliminare è nato quell'arricchimento di conoscenze che ha cambiato l'obiettivo della medicina dalla guarigione a prendersi cura del malato, anche quando non può più guarire.

Ciò è potuto avvenire intraprendendo un percorso culturale, attraverso il quale non ci si doveva aspettare alcuna strabiliante scoperta, dato che la cultura è conoscenza e il rispetto di principi e idee già insiti e radicati nella nostra storia. Su quel percorso si è arrivati piuttosto ad una rivelazione, nel senso setimologico di "alètheia", qualcosa che riempie un vuoto, come un'"iniziazione".

Un passaggio su una strada che porta al graduale distacco da posizioni saldamente fissate, segnata da riflessioni che hanno portato ad accettare l'impotenza e la sconfitta del medico di fronte alla morte e l'abbandono di quel subdolo "delirio di potenza", che domina l'inconscio di molti professionisti. E per quanto ha riguardato gli specialisti di anestesia e della rianimazione, l'analisi di un "flirt" con la morte, in quanto esperti e capaci di alleviare il dolore, fino a levare la coscienza, mantenendo una persona sotto il proprio controllo, in condizioni che permettono al limite di "pilotare" la sua morte.

E' un po' come destarsi da un torpore, nel quale ci si è abbandonati convinti di aver raggiunto il massimo delle proprie possibilità, di aver fatto tutto sino all'ultimo istante di vita e accorgersi invece che manca la capacità di costruire un rapporto con chi è in punto di morte, ma anche e soprattutto con la nostra morte personale, e che per raggiungere questo scopo è necessario impadronirsi di strumenti immateriali, approfondendo conoscenze sull'evoluzione storica della medicina e della clinica, i cambiamenti nel pensiero medico, la storia della morte e la tanatologia, l'etica delle scelte.(3)

In parole povere mettendo nel bagaglio del medico le cosiddette "medical humanities", le discipline umanistiche che colmano il divario tra la scienza medica e il rapporto che la medicina deve avere con problemi sociali e la filosofia.

È su questo percorso che si sente il dovere e l'obbligo di conoscere e aprire una riflessione sui segni di quella condizione che gli antichi chiamavano "preambulatio mortis", ossia ciò che si annuncia all'apparire dei segni di una morte imminente. Come quel sintomo che in oncologia è stato definito "dolore totale", nei casi di cancro diffuso e irreversibile.

Il dolore totale non è solo il dolore fisico, ma anche quello sociale, dovuto all'isolamento, ai problemi di relazione e di comunicazione; il dolore psicologico, quello spirituale e il dolore esistenziale sotteso alla domanda : perché a me ?

Mai come nelle cure di fine vita problematiche come "verità e probabilità" , si inseriscono nelle vicende che riguardano la verità al malato, il significato della malattia e il senso della sofferenza.

Quali sono le possibilità che la vita mantenga valore al suo limite, quando vengono meno le probabilità di alleviare la sofferenza in una persona malata, consapevole della sua condizione?

E il medico è il solo che deve rispondere a queste domande, con le sue abilità, la sua tecnica o non deve piuttosto considerarsi come semplice persona umana, immerso nell'identica condizione esistenziale di chi deve assistere e curare ?

Sembra ovvio rispondere a quest'ultimo quesito considerando che quella condizione è la stessa imposta dallo statuto della natura, che, come dice Faust, è "... piena di mistero anche nella luce del giorno e non si lascia derubare del suo velo. E - aggiunge con un chiaro riferimento alla tecnica - non le strapperai con leve o con viti, quello che essa non vuole rilevare al tuo spirito...". (4)

E se tutti siamo immersi in questa condizione esistenziale è essenziale, per non essere sopraffatti dall'ineluttabilità della morte, dare valore alla nostra presenza, come suggerisce un grande storico delle religioni, l'etnologo Ernesto De Martino, che dice: "Se potessimo definire l'umana civiltà nel giro di un'espressione pregnante, potremmo dire che è la potenza formale di far passare nel valore ciò che in natura corre verso la morte". (5)

Passare nel valore , significa creare dei valori, e ancor prima identificare quali di questi valori possono permanere alla morte, resistere al tempo, come segno tangibile del lavoro che li ha resi imperituri.

E' inutile dire che raggiungere questa condizione non può che metterci a confronto con l'uso del tempo, quando occorrono tempi lunghi per costruire opere dello spirito e dell'ingegno e siamo sfidati da tempi molto ridotti al fine della vita.

In tutto ciò il compito della medicina dovrebbe essere quello di accompagnare le vicende di salute e malattia in tutto l'arco temporale di vita di una persona, dalla nascita , alla morte, con la finalità di aiutare la vita a spegnersi naturalmente, in quella condizione definita di "senile eutanasia " . Una morte che avviene per l'esaurirsi nella vecchiaia delle funzioni che tengono in vita la persona umana. (6)

Una condizione utopistica, sempre più lontana in un'epoca di transizione come la nostra, che deve affrontare diverse situazioni di crisi, dove la medicina è sfidata e messa in difficoltà dalla scarsità di risorse, la riduzione degli spazi, la contrazione dei tempi.

Il superamento di queste crisi richiede un lungo tempo, nel quale è immersa oggi una generazione sopraffatta da un'enorme quantità di informazioni, tale da diventare inaccessibili e difficilmente comprensibili, affidate a sistemi di comunicazione a loro volta costretti in tempi e spazi angusti, per cui la necessità di capire e imparare si riduce a un'ansia, una nevrosi, che allenta l' interesse e riduce le occasioni di riflessione.

Non bisogna poi trascurare che si sono rarefatti o scomparsi i gesti e i comportamenti rituali, essenziali per accompagnare l'individuo e fargli superare la soglia delle sue "naturali" trasformazioni.(7)

La salute è affidata a un'industria che offre modelli orientati all'efficientismo, all'uso di tecniche sempre più sofisticate, in mano a manager privi di una cultura medica. La conseguenza è una parcellizzazione della medicina, in micro-specialità e un crescente processo di delega alla clinica "specialistica".

Il rapporto umano con il malato di questo passo è destinato a scomparire, come già si verifica quando la persona non produce più malattie "guaribili" o "croniche", curabili ad oltranza e diventa improduttiva per l'industria della salute.

In questo scenario la cura delle persone senza possibilità di guarigione è penalizzata non solo dalla scarsa cultura assistenziale, ma soprattutto dalla crescente rimozione della morte, a fronte di un'inflazione di immagini di morte spettacolarizzate, al limite della pornografia.

Questa è una delle ragioni per le quali ancora oggi un malato definito terminale è abbandonato nei suoi ultimi giorni di vita o delegato a strutture ad hoc, come gli hospice, che fanno quello che possono per alleviare le sue sofferenze e soddisfare i suoi ultimi bisogni. (8)

Anche questi interventi sono inevitabilmente condizionati da una cultura, che stenta o non ha ancora maturato i tempi per cambiare una mentalità di comunicazione con il malato che risente di false credenze, come quella di danneggiare psicologicamente, e di conseguenza anche nell'evoluzione della sua patologia, la persona che sia informata sulla gravità della sua condizione.

Ancora una volta un pubblico poco informato, pretende che l'Hospice sia al servizio delle sue difficoltà di assistenza a un parente inguaribile, come se quel luogo fosse un'appendice obbligatoria al classico ospizio, per chi è in punto di morte.

Lo statuto stesso di queste forme di ricovero e assistenza ai malati inguaribili prossimi alla morte, del tutto recenti per il nostro Paese, vorrebbe che della loro funzione ed esistenza sia garante la piena consapevolezza della propria condizione, in chi vi viene ricoverato.

Questi voluti o inconsci fraintendimenti verso un'attività clinica non orientata alla guarigione delle malattie, sono sostenuti oggi dall'evidenza che farmaci, macchinari, tecniche di sostituzione e chirurgiche in genere, permettono obiettivamente di procrastinare il tempo della morte, ma allo stesso tempo aprono nuovi scenari e nuovi problemi etici, affatto trascurati, sostanzialmente relativi non solo al problema della verità al malato, ma anche ai concetti di tolleranza e di rispetto del principio di autonomia, o autodeterminazione della persona di fronte alle ultime scelte della sua vita.

Se è vero che a fronte di una patologia che non può essere guarita il ruolo del medico viene ribaltato e condizionato, limitato dalle esigenze del malato, diventa cruciale identificare i bisogni del malato e affrontare le questioni che pone, condividendone in modo empatico la condizione per dargli risposte soddisfacenti, oneste e veritiere.

Nella storia delle cure di fine vita il momento che riguarda le modalità di risposta e comunicazione con il malato ha costituito lo svelarsi di un panorama nuovo, ma che attinge alle forme più antiche e tradizionali di cura: vicinanza, comprensione, comunicazione, empatia, reintegro sociale, sollievo dalla sofferenza. Caratteristiche di una cultura che dovrebbe formarsi fin dai primi insegnamenti scolastici e in famiglia, dimostrando come un positivo approccio alla malattia possa permettere di riconoscerne in qualche modo il significato, qualche volta la necessità e addirittura il valore.

Vi è a questo proposito, un'interessante osservazione antropologica, citata dal sociologo Jean Baudrillard, nel suo saggio "Lo scambio simbolico e la morte".(9)

Presso una tribù cacciatori e raccoglitori del Sudan centrale, i Dangaleat, una norma stabilisce che si diventa totalmente membri del gruppo solo dopo essere

passati attraverso l'esperienza della malattia, va da sé che chi è malato assume un diverso ruolo nella comunità, un ruolo privilegiato : se non si è stati malati si rimane ai margini della collettività. Inoltre solo chi è stato malato può aspirare a diventare medico. In quella società la malattia è trattata dunque come una "crisi" sociale, una perturbazione improvvisa, che deve quindi essere risolta pubblicamente. La condizione di malattia viene "ridistribuita" nel gruppo, ricondivisa e ricambiata dal medico al malato con il dono della sua terapia e della possibile guarigione. Perché ciò avvenga il gruppo deve a sua volta "ridistribuirsi" intorno al male, accogliendo le necessità del malato.

E' un po' quello che avveniva tradizionalmente nelle nostre comunità quando la presenza di una persona malata, condizionava i ritmi di tutto il gruppo familiare dal cibo, ai tempi di lavoro e di svago. Il malato era la persona privilegiata, al centro delle attenzioni e di cure, anche solo di buon senso, che attingevano alla tradizione del gruppo sociale. Tutti noi anziani ricordiamo vecchie zie e nonni o mamme che si trasformavano in eccellenti "medici".

Queste forme culturali di trattamento dei malati e della malattia possono essere ancora presenti nelle società suburbane, mentre sono quasi scomparse nei centri industrializzati. Così come è stato documentato che la richiesta di prolungare la vita di un malato inguaribile è più presente nei contesti urbano industriali, che nelle società contadine.

Nella vicinanza alle persone sofferenti e senza speranza di guarigione vi è un ultimo capitolo da affrontare che è quello del valore della vita quando è sopraffatta dalla sofferenza.

Se come ho ricordato e come io credo ha un profondo significato quell'espressione di De Martino, che sottolinea l'importanza per la nostra civiltà di compiere il lavoro che fa passare nel valore ciò che corre verso la morte, dovremmo anche concordare che la vita acquista il suo senso più profondo quando, in quei confini segnati dalla morte, ci è stato concesso il tempo necessario per costruire valori e dare valore all'esistenza.

Resta da capire quali possono essere questi valori.

Oggi uno dei valori che si vorrebbe più rispettati è la cosiddetta dignità della morte, ossia che vengano riconosciuti e onorati i propri personali valori alla fine dell'esistenza: arte, religione, famiglia, l'amore, la musica, autonomia, libertà, senso di appartenenza a un contesto sociale che accetta e si prende cura di un suo membro sino alla sua morte.

Quando la persona umana afflitta dal male sente che tutto è perso, oppure si è concluso, rispetto alla sua vicenda e progetto di vita, o che tutto è sopraffatto dalla sofferenza, può chiedere di essere aiutato a rispettare la sua autonoma volontà di morire con dignità. Sorge il problema etico di scegliere con quali modalità.

Un compito di chi lo ha assistito è quello di offrirgli un'onesta comunicazione che gli permetta un ragionevole ventaglio di scelte e tali che la persona sia in grado di valutarle rispetto alla sua cultura e ai suoi valori. E se la persona desidera la morte, come condizione migliore della vita che si è completata nei suoi valori, la mia personale opinione è che sia lecito aiutarla .

E prima ancora di pensare alle modalità e agli strumenti di questo aiuto, è mio parere che ciò debba avvenire in un particolare "ethos", un ambito etico, dove in un rapporto dialogico con quello che un tempo gli antichi chiamavano "amicus mortis", si creino le circostanze per un intimo dialogo tra chi soffre la propria condizione e chi lo potrà aiutare a rispettare il suo limite.

E' di questo "ethos", che si dovrebbe sentire l'urgenza e la necessità e di cui tutti dovremmo più occuparci.

## BIBLIOGRAFIA

- (1). Di Mola G., a cura di, *Cure Palliative, Approccio multidisciplinare alle malattie inguaribili*, II Ed., Masson 1993.
- (2). Di Mola G., *Aiutare chi muore: quali attitudini*, Rivista Italiana di Cure Palliative, 21(2), 2019.
- (3). Filippi M., a cura di, *L'archivio torinese della Società Italiana di Tanatologia*, Torino, A.D.M. Ed., 2005.
- (4). J W von Goethe, *Faust*, prima parte, 1808.
- (5). De Martino E., *Morte e pianto rituale nel mondo antico. Dal lamento funebre al pianto di Maria*. Introduzione. Universale scientifica Boringhieri, Torino 1975;2
- (6). Mondella F., *Morte e sviluppo storico del pensiero medico*, in G. Di Mola a cura di, *Cure Palliative, approccio multidisciplinare alle malattie inguaribili*, Edra-Masson Ed., 2/1993.
- (7). Di Mola G., *Permanenza o assenza della ritualità nella società occidentale contemporanea*, Rivista Italiana di Cure Palliative, Il Pensiero Scientifico ed., 2018.
- (8). Du Boulay S., *Un movimento per l'assistenza ai malati inguaribili. Cicely Saunders : la fondatrice*, Jaca Book, 1987.
- (9). Baudrillard J., *Lo scambio simbolico e la morte*, Pouillon J., Les Dangaleat, Nouvelle Revue de Psychanalyse, 1 1974.





SERGIO MARIA FRANCARDO  
MEDICO

## VERITÀ E PROBABILITÀ NELLE SCIENZE DELLA NATURA E IN MEDICINA

### CASO E DESTINO PERSONALE

**UNA MEDICINA CHE ACCOGLIE E ACCOMPAGNA: "SE L'UNICO STRUMENTO CHE HAI È UN MARTELLO, TRATTERAI TUTTO COME SE FOSSE UN CHIODO!"**

In una straordinaria sequenza del film *Il Posto delle fragole*<sup>1</sup> di Ingmar Bergman, il protagonista Isak Borg, medico illustre in procinto di ricevere un'onorificenza per il suo giubileo professionale, sogna di dover affrontare nuovamente l'esame di Stato: lui, così celebre e stimato, si dimostra incerto e decisamente impreparato. «Almeno lo sa, lei, qual è il primo dovere di un medico?», chiede infine il docente incaricato di accertare le sue capacità cliniche. «Mi lasci riflettere un momento... Che strano, non lo ricordo più», risponde Isak, la fronte imperlata di sudore. A quel punto, sorridendo, il commissario esaminatore si sporge lievemente verso di lui e gli dice in tono pacato: «Il primo dovere di un medico è "chiedere perdono"».

La ragione del riferimento alla sequenza onirica del capolavoro bergmaniano è chiara: nella sua relazione al paziente, ogni medico, ogni terapeuta esercita un potere, e lo fa appunto già attraverso l'attività diagnostica che identifica la malattia o il disturbo. Quello della diagnosi è il momento di una definizione che può salvare e riorientare una vita, ma anche costringerla nel perimetro di false evidenze e pregiudizi deteriori; è l'atto che può assegnare la persona a una terapia adeguata, condurla al riconoscimento dell'enigma della «psiche del suo corpo», aprirle una nuova possibilità di cura di sé, oppure imprigionarla nella gabbia di un tipo morboso classificato, riducendo perentoriamente l'individualità del paziente alle misure di un codice prestabilito che, socialmente e storicamente condizionato, può anche essere colpevolizzante.

<sup>1</sup> **Smultronstället** è una parola svedese che letteralmente significa "il posto delle fragole" ma in realtà si usa per riferirsi a un posto a cui si è affezionati, un posto che è rimasto dentro, "il posto del cuore" o "dell'anima".

La diagnosi è portatrice del rischio di una spersonalizzazione del paziente, di uno slittamento nella tecnicità che riduce la persona a cosa tra le cose, oppure rappresenta un atto clinico dotato, nel bene e nel male, di un valore di conoscenza irrinunciabile, nel tentativo di rispondere ai limiti del corpo, all'inafferrabile mobilità della vita nel suo strutturale rapporto con il sintomo, l'infermità, la morte?

Occorre recuperare il valore dell'esistenza individuale, la conoscenza completa e condivisa da parte del malato, della propria condizione senza cadere nella prigione del nominalismo diagnostico. Puntare sul valore del paziente come persona è una risorsa fondamentale che arricchisce il medico e umanizza la medicina.

Faccio un esempio pratico: la moderna medicina si vanta a gran voce di aver ridotto la mortalità per ipertensione.

Prende un uomo di 40 o 50 anni che ha abitudini di vita dannose e invece di percorrere la strada dura ma fruttuosa dell'igiene di vita, invece di insegnare nuove abitudini di vita come misure dietetiche, un sano movimento, magari partecipando a una scuola di ballo e alla riduzione dei noti fattori di rischio (tabacco, eccesso di sale, alcolici e caffè) il medico moderno gli prescrive un antipertensivo che con gioia assoluta delle multinazionali dovrà prendere tutta la vita.

In futuro dovrà aggiungere altri antipertensivi, i famosi gradini/step della terapia, e nel frattempo mantiene senza problemi le sue abitudini errate.

Un giorno verrà bacchettato, quando avrà un piccolo ictus perché ha saltato la pillola diventata *salvavita*. Mentre la sua vita si appiattisce e lo si vede ingrigire, diverrà finalmente un marito fedele, ma solo perché gli antipertensivi lo hanno reso impotente, sarà incapace di emozionarsi per un concerto perché questo richiede un aumento del battito cardiaco che il suo betabloccante non gli concede. Rimarrà ad aspettare una morte rimandata dalla cronicizzazione della malattia, dove lo ha portato la sua acquisita incapacità di percepire le proprie emozioni e una società che non ha tempo per chi soffre.

Sarà un peso sulla coscienza di figli aridi che si preparano a percorrere la stessa strada, sempre se un regime dispotico o l'impossibilità di mantenere i vecchi dementi non riporterà in auge la pratica ultrascientifica già sperimentata dai nazisti dell'eutanasia dei vecchi inutili, degli handicappati e dei malati mentali.

Il risultato di una medicina sana è di rendere percorribile la strada nuova che va intrapresa, una via dura e dolorosa per il paziente, nella quale noi medici abbiamo il compito di essere al suo fianco, vincendo la paura egoistica della contaminazione.

Lo dico con forza, ogni volta che facciamo agire e crescere la soggettività ampliamo l'orizzonte della terapia. Occorre evitare ogni posizione unilaterale, sottrarsi alle polarizzazioni a cui ci portano le interpretazioni pro o contro la dia-

gnosi (e i manuali diagnostici, a cominciare dal controverso manuale psichiatrico DSM, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*) soprattutto nell'epoca della progressiva scomparsa della medicina generale in favore di quella specialistica, dell'informatizzazione, diffusione e fruizione on-line del sapere medico, dell'adozione di procedure cliniche sempre più standardizzate.

Il sentire comune chiede alla medicina ciò che essa non può dare: una capacità di vittoria contro la sofferenza e la morte, qualcosa che si avvicini all'onnipotenza di Dio.

Possiamo consolarci pensando ai progressi in campo medico, ma non sarà la medicina a curare la nostra esigenza di eternità. L'onnipotenza è il primo meccanismo di difesa a cui un bravo medico e anche un bravo paziente devono imparare a rinunciare. Non significa rinunciare all'impegno, alla speranza e alla sfida, ma guarire una malattia o ritardare la morte non rappresenta un passo verso l'immortalità. Intanto leggo sul giornale che in tre anni 5.000 medici sono stati aggrediti in ospedale: il 70% sono donne. Una malattia delle aspettative deluse e della morte della cavalleria.

La cura della medicina sta nella relazione tra medico e paziente, è finalizzata a valorizzare la possibilità reale di una vera e propria alleanza terapeutica.

Al primo posto è certamente la costruzione di un'alleanza, la medicina antroposofica mi suscita da una parte la tensione a imparare l'ascolto del paziente che significa vincere i miei pregiudizi: non necessariamente ciò che io giudico giusto o assennato lo è per il paziente.

L'evidenza scientifica oggi tanto sbandierata spesso ci fa dimenticare di chiedere al paziente dove sia la sua sofferenza e quale è la sua domanda al medico.

La domanda non può consistere solo nella richiesta di informazioni sulla diagnosi e sulla terapia.

La domanda vera a cui il medico non si deve sottrarre e nella quale condivide, riducendola, la solitudine del paziente, la vera domanda è la domanda primordiale "Perché a me questa sofferenza?"

Il medico che balbetta e affronta il dilemma accanto al paziente torna a essere il medico idealizzato da Ippocrate.

Egli nell'amicizia con il malato come risultato dell'articolazione tra la sua *filantropia* (disposizione dell'animo a iniziative umanitarie che si traduce in attività dirette a realizzarle) e la sua *filotecnica* (attività che ama e favorisce lo sviluppo della tecnica) sviluppa un amore per la perfezione della natura umana, individualizzata nel corpo del paziente, un atteggiamento di gioia verso quanto di bello vi è nella natura come salute e armonia, la bellezza della forza sanatrice dell'organismo e reverente verso le oscure e terribili forze che la natura impone e

che dobbiamo come dicevamo accettare: la condizione mortale o l'incurabilità di una malattia. Così il fondamento di una corretta medicina si scontra/incontra con la soggettività, il vissuto personale del paziente che conserva un immenso valore e una guida nella diagnosi e accresce la compassione intesa come partecipazione attiva del medico alla sofferenza. L'atto diagnostico è davvero il luogo vitale di una simile possibile alleanza quando non indietreggia di fronte alla profonda problematicità della propria natura e con le parole di Karl Jaspers, psichiatra filosofo, non smette di «rappresentare un tormento» per il clinico.

Quando cioè diviene il luogo di una tensione fondamentale tra osservazione della persona malata e partecipazione ai modi in cui essa vive e nomina la sua patologia, tra la riconduzione del paziente a una categoria più generale e il riconoscimento della sua unicità, dei modi in cui malattia e disturbo psichico ne singularizzano la vita. Valido diagnosta è chi considera la traduzione di leggi generali in declinazioni particolari, da un lato, e la formulazione di ipotesi generali a partire dall'incontro con il caso particolare, dall'altro, non come modi opposti della conoscenza, bensì come due momenti di un ritmo più ampio di esperienza che li congiunge e che consente di rispettare la parte di ignoto e indeterminato che è insita nella vita di ogni soggetto.

Da qui, una rinnovata riflessione che investe in via prioritaria, ma non esclusiva, l'ambito della diagnostica: la disponibilità di strumenti sempre più precisi e sofisticati, tali da rendere più rapida e completa la diagnosi di una malattia, non rischia di generare una sorta di 'distrazione' da parte di chi cura nei confronti di chi viene curato? Sempre da qui, quindi, l'opportunità di riaffermare un concetto imprescindibile per chi esercita l'attività medica: la necessità della visione globale della persona. Che significa trarre il massimo dal sistema di informazioni che dati e rilievi strumentali mettono a disposizione riguardo al malato, senza per questo perdere di vista l'unicità e la soggettività di quest'ultimo. Si tratta, in altre parole, di mettere al centro della scena clinica il medico, con il suo sapere e la sua esperienza, il paziente, con la sua storia clinica e umana, e ancor più la relazione tra i due.

Se è vero che la medicina osservativa ha in qualche modo ceduto spazio a nuovi procedimenti di analisi sempre più efficaci, l'ascolto e il dialogo non possono che continuare a essere il filo rosso del rapporto tra medico e paziente. Un approccio, che va ben oltre il momento della diagnosi, in linea con la visione ipocratica che considera la persona ammalata nella sua integralità psicofisica e tiene conto del modo che essa ha di concepire, affrontare e vivere la malattia. In questo modo, la malattia e il suo trattamento diventano un incontro tra persone nel quale ciascuno è in grado di arricchire l'altro, a condizione che sia disposto ad ascoltarne la mente e il cuore e a parlare a entrambi.

Il nostro compito deve inserirsi nel dramma dell'esistenza e lì recitare un ruolo, senza pathos la medicina è antiumana! La diagnosi rimane l'obiettivo di tutta la clinica, che si chiama così perché non deve mai rinunciare al contatto del medico col paziente (dal greco: clinico cioè 'chinato' sul paziente, con l'intento di visitarlo), non può essere sostituito da esami strumentali o di laboratorio che svolgono certo un ruolo utile, ma ancillare alla clinica.

Pensiamo alla distanza siderale creata dalla pandemia di covid e alla freddezza del rapporto medico/paziente on-line.

La diagnosi è 'sofferta' non solo dal paziente ma anche dal medico, chiamato a una responsabilità enorme, per le inevitabili ripercussioni fisiche, ma anche psichiche sul paziente, a essa correlate. Pertanto la diagnosi non è una sentenza e tanto meno una metafora di colpe o punizioni ma un cammino comune su cui avventurarsi assieme.

Fra gli aspetti che maggiormente possono attrarre la nostra attenzione c'è la contrapposizione fra due fattori ai quali nella convinzione comune e nel pensiero dei filosofi, si imputa la responsabilità di regolare la vita umana, la storia, la stessa natura: la **sorte** e il **destino**, o, meglio, utilizzando un'espressione di Democrito, ripresa nel 1970 dal grande biologo Jacques Monod, in un celeberrimo saggio: **Il Caso e la Necessità**.

Molto spesso questi due concetti vengono confusi, mentre sono quanto di più opposto si possa pensare. Il caso o sorte o evento è un principio di imprevedibile e incalcolabile natura, in base al quale gli avvenimenti accadono perché accadono senza una ragione.

Il *destino*, o *necessità* o *predeterminazione* è invece la forza che concatena gli eventi, a volte senza che gli esseri umani ne comprendano la logica, in una inevitabile, vincolante sequenza, per cui nulla accade che non sia legato a una precisa causa, connessa, a sua volta, a un ben preciso fine. La vita è nelle mani degli uomini, che, con il loro comportamento devono agire e condividere, comunque accettando, la serie di eventi che la vita stessa propone loro. Il compito non secondario del medico è di stare accanto al paziente come uomo che cerca di aiutare il paziente e ovviamente se stesso a stare nella vita in modo che essa abbia un senso. Non si esprime in questo una concezione del mondo, non si vuole inculcare una determinata visione delle cose come avviene nelle ideologie.

Si tratta piuttosto di un processo di crescita interiore, tramite il quale l'essere umano gradualmente si avvicina con sempre maggiore intensità ai processi della realtà del mondo in cui vive, tramite l'apprendimento e il lavoro continui.

Il richiamo che al medico viene fatto dalla medicina antroposofica è a lavorare egli stesso al proprio sentimento di coerenza cercando di svilupparlo nei confronti di sé stessi e del mondo. La comprensione e la promozione della salute dipendono

fondamentalmente da come egli concepisce se stesso e da quali percorsi di sviluppo sceglie per sé.

Da qui deriva la necessità di parlare dell'*autoeducazione*.

La convinzione che la medicina antroposofica sostiene nella relazione con il paziente è che tutto ciò che accade nella sua esistenza non solo i germi, la genetica o i fattori di rischio faccia parte della costruzione dell'alleanza terapeutica.

Se il dolore e la pena, sono talvolta necessari per lo sviluppo della persona, dovremo allora apprendere a non proteggerne le persone automaticamente, come se fossero sempre nocivi.

Se anche non sarà possibile comprendere il significato di un evento, o le infinite correlazioni che si esprimono in quel singolo uomo, averle prese in considerazione è già un primo passo nel conoscere quel piccolo universo che ogni uomo rappresenta.

A chi sosterrà, non a torto, che quello che qui si sostiene fa parte integrante della medicina si potrà rispondere che la vera vocazione della medicina antroposofica è che questa parola perda senso come realtà separata, che non sia più giustificata la necessità di parlare di medicina antroposofica.

La medicina è unica! La cura della relazione medico paziente non può che essere integrata unendo gli aspetti migliori dei vari approcci all'arte della cura.

La medicina antroposofica offre una prospettiva interessante per affrontare questo tema. Ogni essere umano è parte di un complesso più vasto, influenza questo complesso in un modo o nell'altro, che ne sia cosciente o meno, tramite la qualità dei suoi comportamenti esteriori e dei suoi atteggiamenti interiori, sia verso l'esterno sia verso se stesso. Ogni singolo individuo è attivamente coinvolto nello sviluppo della terra e dell'umanità. Quanto più riesco ad agire secondo una prospettiva globale, anche nelle cose minime, tanto più contribuisco alla salute e alla prosperità generale. Quanto più resto isolato, agisco e lavoro in modo sconnesso dall'organismo complessivo, tanto più corro il pericolo di diventare io stesso un fattore di malattia.

Una relazione medico paziente ricca e articolata aiuta entrambi, medico e paziente, a essere "sani" che significa anche essere "integri", essere parte dell'insieme.

La malattia è sempre la conseguenza di un isolamento o dello staccarsi dall'organismo di un singolo processo, funzione o sostanza.

La medicina antroposofica in questo senso arricchisce la medicina convenzionale, e ne fa parte, nell'aiutare ognuno di noi a cercare nelle proprie azioni una coerenza con le mete generali dell'umanità e a non perdere di vista il senso nell'azione quotidiana.

Concludo con un breve caso clinico biografico.

## **ABRAMO E L'ANGELO DELLA MORTE**

*Abramo, ormai vecchissimo, era seduto su una stuoia nella sua tenda di capo tribù, quando vide sulla pista del deserto un angelo venirgli incontro. Ma quando l'angelo gli si fu avvicinato, Abramo ebbe un sussulto: non era l'angelo della vita, era l'angelo della morte.*

*Appena gli fu di fronte Abramo si fece coraggio e gli disse:*

*"Angelo della morte, ho una domanda da farti: io sono amico di Dio, hai mai visto un amico desiderare la morte dell'amico?"*

*L'angelo rispose:*

*"Sono io a farti una domanda: hai mai visto un innamorato rifiutare l'incontro con la persona amata?"*

*Allora Abramo disse:*

*"Angelo della morte, prendimi".*





LAURA BORGHI

MEDICO

-

DANIELE NANI

MEDICO

## CASO, CHAOS E COSMOS

**CASO, CHAOS E COSMOS COSTITUISCONO TEMI IMPORTANTI DI CUI IN FORMA DI SPUNTI  
DIAMO QUALCHE CENNO INTRODUTTIVO.**

### Caso

Le parole di Theodor Wiegand, archeologo tedesco dell'Ottocento, "Non si costruisce il Partenone lanciando sassi", risultano illuminanti quando si affronti il problema del rapporto tra *probabilità* e *verità*.

La teoria del darwinismo, e soprattutto del neodarwinismo, che la natura sia un prodotto dell'azione della selezione naturale sulle mutazioni casuali delle cellule, ha dato man forte all'affermazione del materialismo e del relativismo. Queste visioni del mondo, infatti, accolgono in sé come fatto essenziale che il caso operi nell'evoluzione naturale al posto di ciò che anticamente si credeva avesse natura ideale. Quella che noi chiamiamo *realtà* sarebbe, in questa prospettiva, il frutto di una creazione totalmente basata sulla probabilità e non sulla verità. Inoltre, l'inaccessibilità alla conoscenza umana della "cosa in sé" affermata da Kant nel suo sistema trascendentale, ha contribuito al progressivo sviluppo del metodo statistico nell'indagine scientifica e la ricerca della verità è stata sostituita dall'esigenza pratica di ottenere dalla scienza risultati basati sull'utilità. Il fallimento dell'idealismo, caduto in un "loop" insolubile per la sua incapacità a fornire applicazioni pratiche della sua visione, ha favorito lo sviluppo del positivismo e della scienza come la conosciamo oggi.

Per gli antichi Greci esistevano due termini per indicare il caso, la parola, *Týche* e la parola *Αὐτόματον*, *Automaton*.

Per Aristotele (*Fisica*) questi due aspetti della casualità entrano in gioco nel produrre deviazioni nel percorso di attuazione degli eventi verso una causa finale. Mentre la *Týche*, cioè la fortuna, è razionalmente più afferrabile e su di essa l'essere umano ha qualche possibilità di intervenire, l'*Automaton*, cioè il caso nel senso più pregnante, sfugge completamente al dominio della razionalità e viene

perciò considerata da Aristotele un mero “accidente”. Poiché la scienza, intesa come episteme nel senso supremo si occupa dell'essere, per il filosofo greco, in quanto mero accidente, il caso non rientra nel suo dominio.

Nella storia del pensiero il concetto di caso ha assunto diversi significati. Per Nicola Abbagnano (*Dizionario di filosofia*, 1977): “Si possono distinguere tre concetti del termine che si sono intersecati nella storia della filosofia. 1° Il concetto soggettivistico che attribuisce l'imprevedibilità e l'indeterminazione dell'evento casuale all'ignoranza o alla confusione dell'uomo. 2° Il concetto oggettivistico che attribuisce l'evento casuale al mescolarsi o all'intersecarsi delle cause. 3° L'interpretazione moderna secondo la quale il caso è l'insufficienza di probabilità nella previsione. Quest'ultimo concetto è il più generale e il meno metafisico.”

## **CHAOS**

Possiamo accennare a questo difficile tema con un esempio molto significativo che riguarda la funzione del chaos in biologia. Il chaos entra in gioco nei fenomeni viventi e, con particolare rilevanza appare fondamentale nel fenomeno della fecondazione.

Secondo Wolfgang Schad (biologo evolutivo tedesco, 1935 – 2022), la fecondazione è un processo biologico che ha carattere di eccezione.

Ogni organismo superiore, e questo è diventato palese con gli interventi di trapianto d'organo, reagisce nei confronti di proteine estranee tramite reazioni immunologiche o le distrugge. Il chimismo vivente di una cellula uovo e di una cellula spermatica invece comporta che queste non si escludano a vicenda, permettendo la fusione di due cellule estranee. Inoltre il prodotto della fecondazione che si anida nell'utero non viene rigettato dall'organismo materno.

Questo significa che la struttura proteica individualizzata, propria dell'organismo formato, non è ancora presente nella sua forma differenziata.

Ciò era già stato indicato da R. Steiner in diverse sue conferenze (p.es. O.O. 226 e O.O. 205). Egli parla di *caotizzazione* della sostanza proteica (in particolare delle forze di cristallizzazione) nel germe embrionale e della possibilità che le forze cosmiche possano agire su di essa, così che possa divenirne impronta.

## **COSMOS**

Con la parola cosmos si intende fin dall'antica Grecia un sistema ordinato da leggi. In particolare, l'universo aristotelico, inteso come cosmos, era un organismo qualitativamente differenziato e diviso in mondo sublunare, in mondo planetario e in quello delle stelle fisse. Secondo l'immagine aristotelica il mondo sublunare, corruttibile, era dominato dal movimento rettilineo dei quattro elementi, il mondo planetario era invece caratterizzato da movimenti circolari. Il sistema aristotelico fu

perfezionato da Tolomeo e continuò nel Medioevo con la Scolastica. Il cosmo era permeato dal divino che costituiva il fondamento della creazione.

La caratteristica più profonda del cosmo, cioè il suo stato originario, fuori dal tempo della natura, era chiamata da Aristotele *Aion*, termine affine al concetto di eternità e tradotto da Tommaso d'Aquino con le parole *Totum simul*. L'universo temporale percepibile era già considerato da Platone come *l'immagine mobile dell'eternità*.

Con il Rinascimento e la rivoluzione copernicana, il passaggio dal cosmo geocentrico aristotelico-tolemaico al cosmo eliocentrico segna la transizione da un tentativo di spiegazione dell'universo di tipo organico a un'interpretazione di tipo meccanico.

Questo cenno necessita ovviamente di un approfondimento. Se l'interpretazione meccanica ha permesso il dominio dello spazio da parte della scienza, tuttavia l'interpretazione simbolica qualitativa aristotelico-tolemaica permetteva di dar vita a una conoscenza fenomenologica e qualitativa del rapporto tra il cosmo e l'uomo.

Sulla base di un'evoluzione della ricerca spirituale con nuovi strumenti metodologici, Rudolf Steiner ha messo in evidenza come l'entità cosmica dell'essere umano per entrare nella temporalità naturale ha bisogno che nel processo di fecondazione abbia luogo una caotizzazione, cioè l'intrusione del *chaos*, come elemento terrestre, nell'ordine della vita originato dal cosmo.

È interessante come gli studi sul *chaos* deterministico portati avanti da Prigogine e collaboratori negli anni Ottanta del secolo scorso abbiano dimostrato la possibilità di sviluppo di ordini superiori a partire da elementi di caotizzazione e di instabilità dinamica.

## **NEOTENIA**

Il rapporto dell'essere umano con il cosmo si manifesta chiaramente quando si osservi con attenzione il diverso sviluppo ontogenetico umano e quello animale. La mancanza di specializzazione, quindi di unilateralità, è un segno chiaro del mantenimento del carattere plastico dell'essere umano. Se si confronta, ad esempio, il cranio umano con quello di una scimmia si può osservare, come mostrato nella figura, che il cranio umano adulto somiglia maggiormente al cranio fetale della scimmia piuttosto che a quello adulto. Questo fenomeno è stato chiamato da Louis Bolk *neotenia* e indica il mantenimento di caratteri fetali nell'adulto.

Da un punto di vista antroposofico, mentre singole categorie animali corrispondono solo a singole parti del cosmo (della cintura zodiacale), l'essere umano individualizza l'intero universo costituendo il vero *microcosmo*.

«La verità non è il riflesso ideale di qualcosa di reale, bensì una libera creazione dello spirito umano che non esisterebbe affatto in alcun luogo, se non venisse da noi stessi prodotta. Compito della conoscenza non è ripetere in forma concettuale ciò che già esiste altrove, ma creare un campo del tutto nuovo che forma la realtà completa solamente in unione col mondo sensibile dato... Di fronte al corso del mondo l'uomo non è uno spettatore ozioso che ripete in immagini entro il suo spirito quello che senza l'opera sua si compie nel cosmo, ma un co-creatore attivo nel processo del mondo; e il conoscere è l'elemento di massima perfezione nell'organismo dell'universo.»

*Da Verità e Scienza, Rudolf Steiner (O.O. 3)*