

>> Egidio CASCINI

Il mondo, dopo tutto, è normale

The work deals with some considerations about the probabilistic character of many natural and artificial phenomena, aimed at drawing the attention of quality practitioners about the possibilities offered by many specific methods treating this matter. Some examples are provided to clarify the concepts.

Premessa

Chi si occupa di qualità deve riferirsi, in un modo o nell'altro, a delle cose, tangibili o intangibili che siano. Non della cosa in sé di Kant, ma di alcune delle manifestazioni che ne derivano. È manifestazione di qualcosa la dimensione di un tavolino, l'affidabilità di un'automobile, la soddisfazione che traiamo dalla erogazione di un servizio. Potremmo considerare l'artigiano e i mezzi in base ai quali è stato costruito il tavolino, la fabbrica che ha prodotto l'automobile o la specifica organizzazione di un Comune che ha erogato il servizio come la cosa in sé delle manifestazioni citate.

La disciplina della *Qualità* nel mondo delle cose costruite dall'uomo è equivalente alla disciplina della *Fisica* nel mondo della natura; come Galilei, *onde all'anglo che tanta ala vi stese, sgombrò primo le vie del firmamento*, ci ha insegnato che per conoscere il mondo naturale in modo preciso non sono suffi-

cienti speculazioni, anche ingegnose, ma del tutto astratte, come quelle di Aristotele, così i pionieri della qualità del secolo scorso ci hanno mostrato compiutamente che per conoscere realmente il mondo delle cose realizzate dall'umanità è necessario conoscere, definire e misurare quella o quelle caratteristiche che ci interessano. La differenza nei risultati conseguibili è la stessa; come, nel mondo naturale, quella specie di attrazione metafisica non meglio definita, di un oggetto pesante verso la madre terra, che ne affretta maggiormente la caduta, proprio in virtù del suo peso, che è proporzionale all'affetto verso la madre, è sostituita da una velocità di caduta costante, indipendente dal peso, come si può verificare utilizzando un piano inclinato; così, nel mondo costruito dall'uomo la qualità di una cosa definita bella, utile, o che so io, è sostituita da un numero che permette il confronto tra cose simili, in modo oggettivo.

Evidentemente, non si deve ignorare né trascurare l'evoluzione sistemica nella qualità degli ultimi 30 anni, in base alla quale l'approccio scientifico alla qualità è apparso, a torto, sorpassato, ma, continuando il paragone con la *Fisica*, come nel mondo naturale, la teoria quantistica che costituisce un modo diverso di vedere le cose, essenzialmente quelle piccolissime, non sostituisce nessuna legge della fisica classica, così nel mondo co-

struito dall'uomo, il taglio sistemico e normativo degli ultimi 30 anni, che ha fornito una nuova visione prospettica delle cose, non può assolutamente sostituire la definizione e la misura di una grandezza in grado di stabilire oggettivamente la qualità di un oggetto.

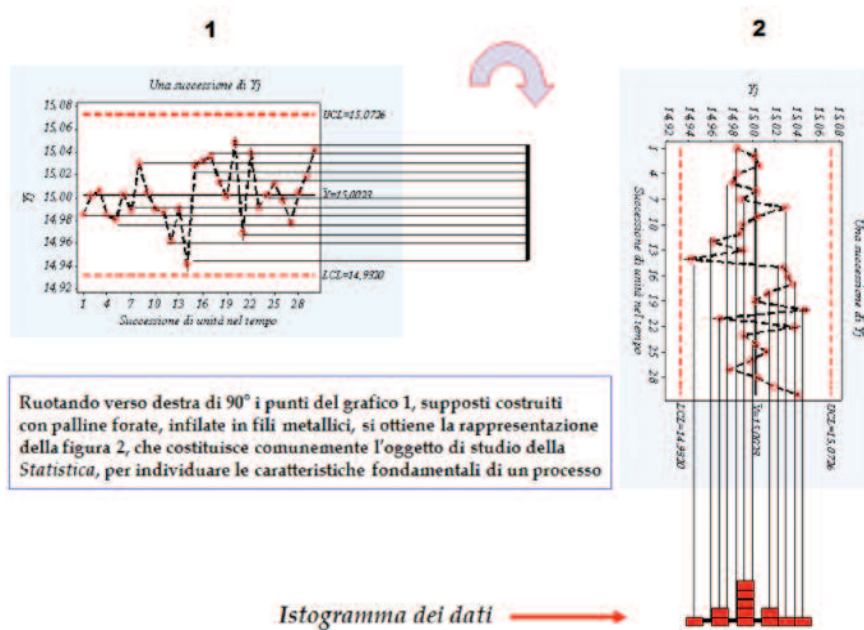
Nel nostro caso la situazione attuale è davvero molto delicata, perché coloro che si accingono a entrare nel mondo della qualità non trovano nessun riferimento culturale della visione quantitativa di una cosa.

Come sono fatte le cose del mondo?

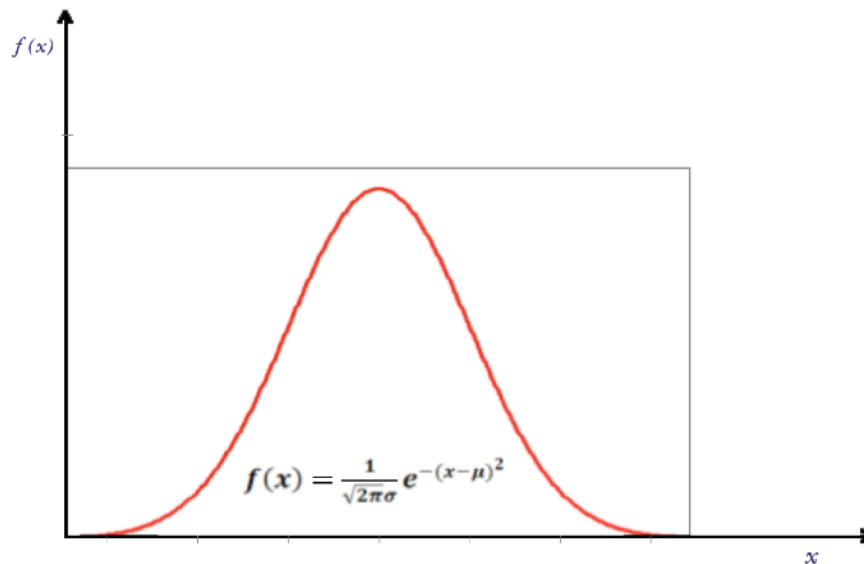
Potremmo dire, ciascuna a modo proprio. Ma tanto a modo proprio, che, considerando due cose uguali, non le troveremo mai identiche. E, allora, in che modo potremmo realizzare quello che abbiamo detto nella premessa, che, cioè, i pionieri della qualità ci hanno suggerito di misurare per poter confrontare due cose? Siamo di fronte a un ossimoro, o che? No, qui entra in gioco la potenza del ragionamento matematico che ci consente di misurare in modo preciso ciò che, a prima vista, sembrerebbe impossibile.

Continuiamo l'analogia con la *Fisica*. Consideriamo una scatola mantenuta a 0°C, riempita con poca aria e chiediamoci se possiamo caratterizzarne il contenuto e l'ambiente in cui ha soggiorna-

Il mondo, dopo tutto, è normale



> Fig.1: Un certo numero di cose, ottenute mediante uno stesso processo



> Fig.2: La forma dell'istogramma della figura 1 tende ad avvicinarsi a questa forma, in gran parte dei fenomeni naturali e artificiali

to, misurando qualcosa. Anche se è evidentemente impossibile inseguire le molecole una per una, ciò che ci consentirebbe di poter rispondere alla questione, è, tuttavia, possibile farlo ugualmente in modo diverso, valutando il comportamento complessivo del contenuto della scatola, e, infatti, siamo in grado di misurare la velocità media delle molecole, che, in questo caso, si aggirerebbe intorno ai 1700 $\square\square/h$. Tralasciando il metodo di misura, influente per quello che vogliamo dire, è evidente che se le velocità medie di molecole

identiche contenute in due scatole diverse, risultano, rispettivamente, di 1700 $\square\square/h$ e 2500 $\square\square/h$, potremo ben dire che le due scatole sono state mantenute in condizioni di temperatura diverse. È stato stabilito un risultato molto importante: anche se due molecole, ed anche quelle contenute in una stessa scatola, hanno velocità istantanee diverse l'una dall'altra, una scatola può essere caratterizzata ugualmente mediante la loro velocità media, in modo tanto preciso da farci capire se le due scatole con uno stesso contenuto, provengono, ad esem-

pio, da due ambienti diversi.

Il problema della misura della qualità è identico. Se consideriamo due lotti di tavolini provenienti da due campagne di produzione diverse, sarebbe possibile confrontarne le caratteristiche, come nel caso delle molecole, misurando il valore medio di una qualche caratteristica di interesse.

A questo punto potrebbe sorgere il dubbio sul perché possiamo farlo. E la risposta dipende da quella che daremo alla domanda che titola il paragrafo: come sono fatte le cose del mondo? Possiamo dire che, in base alla stragrande maggioranza delle esperienze ripetute da sempre su qualsiasi tipo di manifestazione e in ogni luogo del pianeta, la risposta è: *in modo regolare*. Cioè? Il senso del termine regolare deve essere inteso come quello che è stato indicato nella figura 1. Nel riquadro 1 sono indicati, in ordine temporale, i risultati, espressi in qualche modo predefinito, di una prestazione ripetuta in modo rigorosamente uguale a se stessa. Sennonché, i punti del grafico sono sostituiti da palline infilate in appositi fili metallici, in modo da rendere possibile l'operazione indicata nel riquadro 2 che consiste nella rotazione del sistema di 90° verso destra, ciò che permette alle palline di scivolare lungo i fili e di raccogliersi sulla base, come si può osservare nel riquadro, in cui questa disposizione è indicata con il termine *istogramma*.

La regolarità consiste in questo, che la figura che si forma attraverso questo meccanismo, non cambia granché in periodi diversi, anche se cambia quella del riquadro 1.

La forma dell'istogramma, a sua volta, così come quello delle velocità istantanee delle molecole nelle 3 direzioni dello spazio, non è casuale, ma tende ad avvicinarsi, sotto certe condizioni, ed in gran parte dei casi, ad una medesima forma, diciamo normale, secondo la terminologia invalsa nell'uso comune. Questa forma, con la sua equazione rappresentativa, è indicata nella figura 2. La grandezza x è il valore della caratteristica di una singola cosa, $\square(\square)$ è l'ordinata

Paradigmi & Strumenti

della curva in corrispondenza di x , il valore \bar{x} è la media aritmetica delle grandezze singole e σ è un parametro che dà conto del maggiore o minore allargamento della curva sull'asse delle x .

E questo, alla fine, è il significato da attribuire al titolo di queste brevi considerazioni.

Partendo dalle quali, con l'ausilio del calcolo delle probabilità e dei metodi della Statistica, è, poi, possibile stabilire tante cose sulla qualità reale di un processo che sarebbe impossibile ottenere in modo diverso. Partendo dalla curva della figura 2, infatti, sono stati sviluppati una serie di metodi, racchiusi in uno scrigno prezioso di numerose pagine, per poter:

- stabilire se le specifiche di un prodotto sono congruenti con la variabilità naturale del processo disponibile;
- stabilire quante unità risultino non congruenti con le specifiche;
- identificare le cause della variabilità;
- mettere in atto azioni correttive appropriate;
- confrontare le prestazioni di processi alternativi;
- identificare una serie di variabili indipendenti (x) influenti sul valore assunto da y ;
- stabilire relazioni causali tra il valore della caratteristica di interesse e le x ;
- progettare una serie di esperimenti appropriati nel corso della lavorazione, senza interferire sulla produzione;
- progettare il processo ottimale;
- dare significato reale ai requisiti delle normative di qualità vigenti, che, altrimenti, dicendolo molto francamente e senza mezzi termini, risulterebbero del tutto inutili.

Due esempi

Evidentemente, ciascuna delle possibili applicazioni di questo breve elenco, richiederebbe una trattazione particolare. Rinviando, eventualmente, ad approfondimenti specifici la illustrazione di queste cose, ci si limiterà ad illustrare, con l'ausilio di due esempi concreti, alcuni concetti che costituiscono un patrimonio culturale generale delle discipline del

Calcolo delle probabilità e della Statistica.

Il grafico della figura 2, rappresenta la *densità di probabilità della variabile casuale normale*, o, detto in termini più semplici, *la distribuzione di probabilità normale*.

Incidentalmente, il termine normale non ha un particolare significato filosofico; è uno di quei termini che entrano nell'uso comune e vi permangono per consuetudine. Una giustificazione del termine può essere ricercata nell'alta frequenza di adeguamento a questo modello di un'ampia serie di fenomeni naturali che possono essere descritti con numeri reali, (prescindendo dal fatto che molti test statistici trattano in modo specifico popolazioni conformi proprio a questo modello, proprio in virtù della sua ampia applicabilità)

Un primo esempio: negli anni '60, al 4° anno di Ingegneria Elettrica, uno degli esami da superare era costituito da *Misure Elettriche*. Si poteva accedere alla prova di esame dopo aver frequentato il corso teorico, ma, soprattutto, dopo aver partecipato ad un corso di esercitazioni, consistenti in una serie di misure pratiche in laboratorio. Noi studenti arrivavamo al 4° anno con una mentalità perfettamente deterministica, in base alla quale tutto è calcolabile con precisione e, soprattutto, senza mai essere entrati in un laboratorio.

Alla prima esercitazione il primo shock fu nel dover montare il circuito; la maggior parte di noi non aveva mai visto una resistore, dei cavetti, delle pinze, etc. Vi assicuro che la differenza tra lo schema di un circuito e un circuito reale è veramente notevole. Secondo shock: eseguire le misure; ci avevano detto che dovevamo ripetere un certo numero di volte la stessa misura, di registrare i risultati, e, poi, di far passare una retta tra i punti (??). Quando, con un certo sforzo, capimmo di cosa si trattava, considerammo immediatamente inutile se non addirittura sciocco fare queste cose. Considerammo sufficiente eseguire una sola misura e scrivere le altre variandole di poco una dall'altra. Anche e, chiaramente, i grafici

non sono quelli originali, la situazione risultante fu, in qualche modo, equivalente a quella riportata nella figura 3.

La distribuzione vera dei dati delle misure doveva risultare del tipo di quella indicata nel pannello di destra, mentre quella ottenuta con i dati inventati era quella di sinistra.

Da questa piccola storia, si possono trarre le seguenti conclusioni:

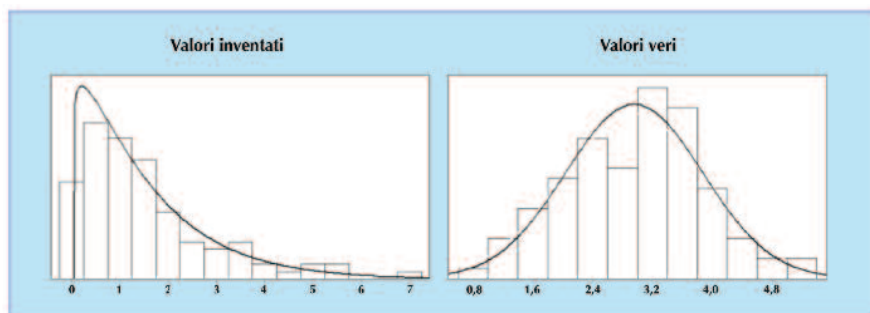
1. Noi allievi facemmo, come meritavamo, la figura degli imbroglioni;
2. La distribuzione delle misure ripetute di una certa grandezza appartiene ad uno di quei casi che, come abbiamo detto sopra, generano risultati conformi alla distribuzione normale;
3. I Professori si accorsero dell'imbroglione, non, certamente, rifacendo loro le misure, ma considerando pochi numeri sintetici, calcolabili con i numeri delle misure, in grado di descrivere le caratteristiche fondamentali della distribuzione di probabilità dalla quale provenivano, come *media*, *moda* e *scarto quadratico medio*. Nel caso in esame in cui la distribuzione dei dati era normale (come lo sono, sperimentalmente, tutti i processi di misura di grandezze continue), la media aritmetica dei dati rilevati, che è la *media*, e che è una stima della grandezza indicata con \bar{x} nella formula della figura 2, deve essere uguale alla *moda*, che è rappresentata dal dato numerico che si ripete più frequentemente, ed, infine, lo *scarto quadratico medio*, che è definito dalla formula:

$$s = \sqrt{\frac{\text{Somma}(x - \text{media})^2}{n}}$$

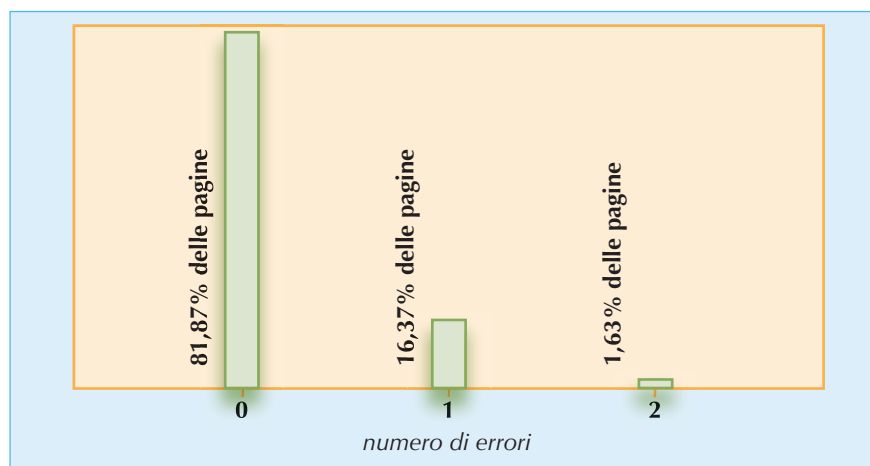
con n numero delle misure effettuato (o inventato) e con x i singoli valori ottenuti (o inventati) e che è una stima della grandezza indicata con \bar{x} nella formula della figura 2, è una grandezza pressochè costante in ogni processo.

Chiaramente queste grandezze, *media*, *moda*, *scarto quadratico medio* sono definite sempre nello stesso modo, indipendentemente dalla distribuzione di appartenenza dei dati, anche se alcune

Il mondo, dopo tutto, è normale



> Fig.3: A sinistra, rappresentazione dei dati inventati; a destra dei dati storici veri



> Fig.4: Distribuzione di probabilità del numero di errori di stampa/pagina

relazioni tra di esse, come quella esistente tra media e moda non valgono per tutte le distribuzioni.

Recentemente un nostro collega del Comitato Metodi Statistici e Consigliere di AICQ-cn, *Alessandro Celegato*, al quale


potete richiedere informazioni precise, sta eseguendo una serie di rilievi per determinare le distribuzioni di probabilità delle dimensioni delle noci, dell'uva, del diametro delle uova, etc. approfittando di una buona dose di pazienza della

moglie, per verificare la *normalità*, cioè la conformità alla distribuzione normale di cose naturali; fino a questo momento non ha riscontrato eccezioni.

Concludiamo, per completezza, con un caso di *anormalità* nel senso di non normalità di una distribuzione di probabilità.

Consideriamo, a questo proposito, e come secondo esempio, la distribuzione di probabilità del numero di errori per pagina di un testo. Supponiamo di aver trovato complessivamente, in 10.000 pagine, 2000 errori. Il numero medio di errori per pagina è, allora, uguale a 0,2. La distribuzione di probabilità della figura 4 ci dice quante pagine non avranno errori, quante ne avranno 1, quante ne avranno 2, etc. Questa distribuzione, nota come distribuzione di *Poisson* e che vale in moltissimi altri casi, è una distribuzione *non normale*.

Conclusioni

Lo scopo fondamentale di queste brevi riflessioni è di attirare l'attenzione degli addetti, ma, soprattutto, delle nuove generazioni, sulla abbondante disponibilità di metodi adeguati, per definire, misurare e migliorare la qualità delle cose e delle organizzazioni. La qualità resterà una disciplina centrale e imprescindibile nella gestione delle imprese, a patto di capovolgere il paradigma attuale, cioè di considerare sistema ciò che oggi è considerato strumento e strumento ciò che oggi è considerato sistema. 

BIBLIOGRAFIA

- Poincaré H. a cura di Claudio Bartocci (2013), *Geometria e caso*, Bollati Boringhieri
- Cascini E., Celegato A.(2013), *ISO - 9001 e Controllo Statistico della Qualità*, RCE Multimedia
- Cascini E., Celegato A. (2013), *Il controllo statistico: da strumento a sistema* in Volume 4, N. 3, Sei Sigma & Qualità, RCE Multimedia

EGIDIO CASCINI

Presidente Comitato Metodi Statistici AICQ
Vicepresidente Accademia Italiana
del Sei Sigma

e.cascini@alice.it

