



## La statistica per conoscere e decidere

A cura di  
**Alessandra Petrucci e Carla Rampichini**

Dipartimento di Statistica 'G. Parenti'  
Università di Firenze

## La Statistica nella società del XX secolo

- All'inizio del XX secolo, H. G. Wells, padre della fantascienza, scrive: "Se vogliamo avere cittadini istruiti nella moderna società tecnologica, dobbiamo insegnare tre cose: a leggere, a scrivere e a pensare in modo statistico"

*The time may not be very remote when it will be understood that for a complete initiation as an efficient citizen of one of the new great complex world wide states that are now developing, it is as necessary to be able to compute, to think in averages and maxima and minima, as it is now to be able to read and write.*

H.G. Wells (1903, Mankind in the Making, p. 204)

- Nel 1954, R. A. Fischer scrive: "la statistica è l'aspetto particolare del progresso umano che ha dato la sua impronta al XX secolo"

## e nel XXI secolo ...



Nella vita quotidiana non c'è situazione in cui non abbiamo bisogno di informazioni per prendere una decisione. Lo facciamo utilizzando la statistica anche se non ce ne rendiamo conto.

**20.10.2010**

l'Assemblea delle Nazioni Unite ha proclamato la

**GIORNATA MONDIALE DELLA STATISTICA**

come riconoscimento dell'importanza della statistica  
nella società odierna

## Statistica e vita quotidiana

- Le situazioni in cui abbiamo bisogno di informazione – e in particolare informazione statistica – per prendere una decisione sono molte:
  - un acquisto importante
  - la scelta del corso di studi o della professione
  - una decisione sulla salute
- Nell'impossibilità di conoscere con certezza l'esito della nostra decisione, è comunque meglio poter valutare la probabilità degli esiti possibili, sulla base di un gran numero di situazioni simili



## Da cosa deriva l'incertezza?

- L'incertezza è generata da meccanismi molto diversi
- ...ma fondamentalmente dipende dalla **VARIABILITA'**
  - se lancio un dado o una moneta, o se estraggo un numero al lotto non so quale sarà il risultato
  - se misuro più volte un oggetto le misure non sono tutte uguali (errore di misura: p.e. due misurazioni del battito cardiaco)
  - se misuro l'altezza di due studenti ottengo valori diversi (variabilità 'biologica')
  - Non so se domani ploverà ...

## Pensare in modo statistico ...

La capacità di prendere decisioni in situazioni di **incertezza** è indispensabile se si vogliono capire e controllare i fenomeni (natural, sociali, economici e politici) che ci circondano.

- Alcuni esempi:
  - efficacia di un vaccino
  - gestione del mutuo per l'acquisto di una casa
  - andamento dei prezzi
  - analisi della soddisfazione verso un servizio pubblico
  - giochi d'azzardo (lotterie, gratta e vinci, ecc..)
- **Statistica** e **Calcolo delle probabilità** sono gli strumenti adatti per prendere decisioni in situazioni di incertezza



## Quando è utile la statistica?

- Con la statistica si possono
  - fare **previsioni** (del tempo, economiche, ecc)
  - analizzare eventi del **passato** (i prezzi salgono? Il tasso di analfabetismo si è ridotto?)
  - prendere **decisioni** (un certo vaccino è efficace? Conviene investire in un dato settore?)
- In molte scienze, procedure di inferenza **statistica** definiscono il processo di formazione delle ipotesi, consentono di condurre gli esperimenti e analizzarne i risultati: in una parola, il **metodo scientifico**

## Prendere decisioni in situazioni di incertezza

- In molte situazioni della vita quotidiana, è possibile prendere la decisione migliore sul da farsi considerando il **VALORE ATTESO**

- la Lotteria del Wisconsin ha un gioco tipo "Gratta e vinci", detto "Big Cat Cash" il cui biglietto costa 1\$. Qui a lato leggiamo le probabilità di vincita

winnings, $x$	probability, $p$
\$1	1/10
\$2	1/14
\$3	1/24
\$18	1/200
\$50	1/389
\$150	1/20,000
\$900	1/120,000

- Conviene comprare il biglietto e giocare a questo gioco?

Probabilities for Wisconsin scratch-off game.  
[Source: www.wilottery.com.]

## Come si fa a sapere se si vince?

- Notiamo prima di tutto che le probabilità non sommano a 1: questo perchè l'evento più probabile è non vincere niente!
- Calcoliamo la probabilità di non vincere niente:  
 $P(\text{vincita}=0\$) = 1 - 0.2207 = 0.7793$

vincita \$	p(x)
1	0.1000
2	0.0714
3	0.0417
18	0.0050
50	0.0026
150	0.0001
900	0.0000
<b>TOT</b>	<b>0.2207</b>

→ si vince qualcosa circa **2** volte su 10

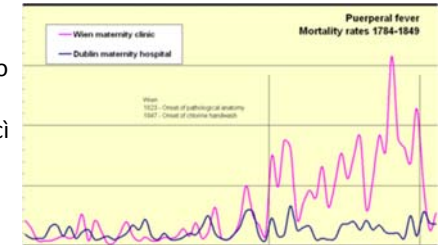
E a lungo andare, **quanto** possiamo sperare di vincere?

- Calcoliamo la vincita media e otteniamo **0.6014** → se spendiamo 1\$ per giocare, dobbiamo aspettarci di vincere, in media, 60.14¢
- Naturalmente non otterremo indietro 60.14¢ in una giocata, ma questa è la vincita media per molte giocate! Se compriamo **100 biglietti** ci aspettiamo quindi di vincere **60.14\$**, ma ne abbiamo spesi 100\$.
- Il valore medio può non essere molto importante per il singolo giocatore, a meno che non giochi molte volte, ma è di **GRANDE** importanza per lo Stato del Wisconsin, che paga **60.14\$** per ogni **100\$** scommessi!

## Statistica e medicina

Grazie al metodo statistico è possibile provare l'efficacia di un nuovo medicinale o di una terapia, o scoprire se un qualche problema medico possa dipendere da fattori particolari.

- Il più famoso e semplice esempio dell'uso della statistica in medicina è il lavoro del medico ungherese Semmelweis che riuscì a comprendere quali fossero le cause della febbre puerperale in una clinica di Vienna.



Nel 1861, Semmelweis dimostra la correlazione esistente tra l'introduzione, nel 1823, dell'anatomia patologica nella clinica viennese (prima linea grigia verticale) e l'aumento delle morti per febbre puerperale. La seconda linea grigia verticale marca l'introduzione del **lavaggio delle mani** con soluzione cloruro di calcio. La curva blu mostra la statistica dell'ostetricia di Dublino, priva di anatomia patologica nel periodo 1784-1849.

## Qual è l'effetto del fertilizzante sul raccolto?

**ESPERIMENTO:** efficacia di un fertilizzante

■ 100 lotti fertilizzati  
gruppo dei 'trattati'

■ 100 lotti non fertilizzati  
gruppo di 'controllo'

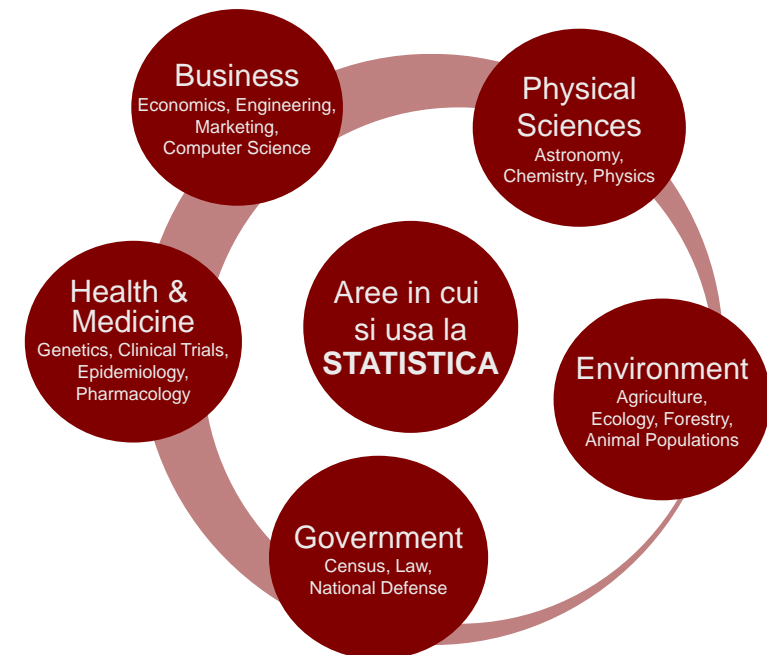
assegnazione casuale  
dei lotti al **trattamento**



Raccolto nel gruppo trattato e nel gruppo di controllo

lotto	media
fertilizzante	24
non fertilizzato	20
TOTALE	22

Le differenze osservate sono dovute al **trattamento** o al **caso**?





## Regola n. 1: contestualizzare l'informazione

- Supponiamo che un giornale riporti la notizia che il numero di atti di violenza in una certa città è aumentato negli ultimi 10 anni, passando da 437 casi registrati nel 1999 a 541 nel 2009.

*Questi dati sono sufficienti per trarre una conclusione ragionevole in merito al diverso livello di violenza in città?*

**NO**, non è possibile trarre alcuna conclusione in base a questa sola informazione, perchè non si sa se ci sono state modifiche nella popolazione durante il periodo considerato

## Cosa dobbiamo fare?

- Dobbiamo conoscere la dimensione della popolazione da cui questi dati derivano, per poter calcolare il tasso di criminalità nei due anni considerati

*ma il tasso di criminalità da solo, non basta!*

- Per comprendere la rilevanza di un aumento o di una diminuzione è necessario conoscere sia la variazione assoluta che quella relativa
  - Se si riporta solo il tasso non si ha idea di quale sia la dimensione del fenomeno
  - se la % di crimini violenti aumenta, questo può significare che:
    - a) c'è stato un incremento effettivo di questo tipo di criminalità,
    - b) o il n. di crimini violenti è rimasto invariato, ma si sono ridotti gli altri tipi di crimine
- Chiaramente (a) e (b) sono due situazioni socialmente molto diverse!



## Valutare il rischio ...

- Per capire se la variazione di un certo rischio è significativa per un individuo, è necessario sapere qual è il valore del rischio da cui si parte.

– È stato visto che il rischio di INCIDENTE stradale cresce del **25%** se si guida parlando al telefonino ....

*Questo **incremento relativo** cosa significa?*

- Dipende da qual è il valore del **rischio** da cui si parte: il rischio di avere un incidente stradale è del **6,1%** – questo è il **rischio 'assoluto'**.
- Se si guida parlando al cellulare, il rischio di incidente cresce del **25%** – che corrisponde all'**incremento relativo** del rischio.
  - il rischio passa dal 6,1 al 7,7%, corrispondente ad un **incremento** del rischio del **1,5%** (pari al 25% del 6,1%).

## Importanza del giudizio critico

- La statistica prende in prestito dalla matematica un'aria di precisione e certezza, ma necessita del giudizio umano ed è quindi soggetta a distorsioni e interpretazioni errate
- Ecco due semplici **esempi**:
  - *Quanto è pericolosa una malattia?* Dipende! Se la malattia ha un tasso di mortalità dello 0.1% questo può non destare troppa preoccupazione, ma se questa malattia è una malattia comune, può causare migliaia di morti ogni anno!
  - *Come si misura lo stipendio medio di una certa categoria?* Dipende! Per esempio, in una stanza ci sono 10 insegnanti i quali percepiscono uno stipendio tra i 1400 e i 2000 euro, con uno stipendio medio di 1750 euro e una mediana di 1775 euro; entra un'altra persona, il cui stipendio ammonta a 10000 euro: la media cresce di 750 euro mentre la mediana resta invariata.

## È difficile ragionare 'statisticamente' Un esempio medico

- Una donna di 40 anni fa una mammografia di routine e risulta positiva
- "Che cosa significa?" – chiede al radiologo – "Ho il cancro? Con che probabilità? Il 99%, il 95, il 90? Soltanto il 50%? Che cosa sappiamo?"
- Un terzo dei radiologi della Harvard Medical School ha risposto il 90%
- Ma:
  - La probabilità che una donna di quell'età abbia il cancro al seno è intorno all'1%
  - Se ha il cancro, la probabilità di risultare positiva alla mammografia è del 90%
  - Se non ha il cancro, la probabilità di risultare comunque positiva è del 9%

## Un modo diverso di comunicare l'informazione

- Pensate a 100 donne
  - Tutte fanno la mammografia
  - Una ha il cancro (questo è l'1%)
  - Fa la mammografia e risulta positiva
  - Delle altre 99 che fanno la mammografia, 9 risultano positive ma non hanno il cancro
  - Quindi, 10 risultano positive al test
  - Di queste, quante hanno realmente il cancro?
- Non il 90%, né il 50, ma il 10%!
- Vi immaginate come è stata quella signora?

## Soccorso con elicottero o con ambulanza?

	Elicottero	Ambulanza	Totale
Morti	64	260	324
Sopravvissuti	136	840	976
<b>Totale</b>	<b>200</b>	<b>1100</b>	<b>1300</b>

Pazienti morti:

- Elicottero:  $64/200 = 32\%$
- Ambulanza:  $260/1100 = 24\%$

## Soccorso con elicottero o con ambulanza?

### Incidenti gravi

	Elicottero	Ambulanza	Totale
Morti	48	60	108
Sopravvissuti	52	40	92
<b>Totale</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

Pazienti morti:

- Elicottero:  $48/100 = 48\%$
- Ambulanza:  $60/100 = 60\%$

### Incidenti non gravi

	Elicottero	Ambulanza	Totale
Morti	16	200	216
Sopravvissuti	84	800	884
<b>Totale</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>	<b>1100</b>

Pazienti morti:

- Elicottero:  $16/100 = 16\%$
- Ambulanza:  $200/1000 = 20\%$

### E' un esempio del paradosso di Simpson!

Simpson, E. H. 1951. The interpretation of interaction in contingency tables. *J. Roy. Statist. Soc. Ser. B* 13: 238-241.



## I sondaggi danno informazioni valide?

- Ci sono oltre **96 milioni di giovani** nei 27 paesi dell'Unione Europea, molto diversi tra loro per condizione socio-economica, cultura e orientamento politico.
- Come può un **sondaggio** condotto su circa **800 giovani** in ogni Paese riflettere quello che pensano **tutti** i giovani europei? Come possono parlare per tutti?
- Facciamo un esempio: se avete una grande pentola di zuppa, per sapere se è buona e cercare di capirne gli ingredienti non occorre che vi mangiate tutta la zuppa contenuta nella pentola o anche una scodella. Basta assagiarne un po'...
- Lo stesso vale per l'opinione pubblica. Non occorre interrogare ogni singolo giovane europeo per sapere cosa fanno e cosa pensano tutti i giovani europei; basta intervistare qualcuno per avere un'idea dell'opinione pubblica.



## Gli ingredienti del sondaggio

- Campione probabilistico  
→ **rappresentativo della popolazione di riferimento**
- Questionario  
→ **semplice e non ambiguo**

Perchè i risultati siano validi e affidabili gli ingredienti devono essere BUONI!

## Campioni più grandi?

- Non sempre un campione più grande porta ad una maggiore attendibilità dei risultati
- Un campione più numeroso riduce l'errore campionario ma...



Se le unità statistiche sono selezionate in maniera distorta un campione più numeroso non riduce l'errore dovuto alla distorsione!

# È il vostro turno alcune domande ... per valutare il vostro ragionamento statistico

1

- Stai giocando a tennis con il tuo amico Davide. Sai che non è un bravo giocatore come te. Ma oggi sta andando tutto storto: scivoli in una pozzanghera, molti dei tuoi tiri migliori superano la linea di fondo campo per un pelo, due dei suoi rovesci rimbalzano sulla rete, hai il sole negli occhi e ti fa male la testa. Come risultato perdi la partita. Che fai?

- A. Getti la spugna e non giochi più a tennis.
- B. Pensi di essere la vittima di un maleficio e che sarai perseguitato dalla scarogna per il resto della tua vita.
- C. Fai in modo che Davide abbia un "incidente", che è l'unico modo perché tu lo possa battere.
- D. Proponi a Davide di giocare a tennis con te altre dieci volte, in dieci giorni diversi, perché nel lungo termine i "fattori fortuna" si bilanceranno.

- A. Getti la spugna e non giochi più a tennis.
- B. Pensi di essere la vittima di un maleficio e che sarai perseguitato dalla scarogna per il resto della tua vita.
- C. Fai in modo che Davide abbia un "incidente", che è l'unico modo perché tu lo possa battere.
- D. Proponi a Davide di giocare a tennis con te altre dieci volte, in dieci giorni diversi, perché nel lungo termine i "fattori fortuna" si bilanceranno.



2

- Esci a cena con un amico. Lui si vanta di saper distinguere fra due cole di marca diversa e correttamente identifica la sua bibita come quella della sua marca preferita. Che fai?

- A. Ammetti che il tuo amico è in grado di distinguere fra le due bibite.
- B. Lo ammiri per il suo raffinato senso del gusto.
- C. Gli suggerisci di diventare un assaggiatore professionista.
- D. Riempi cinque bicchieri di bibita di una o dell'altra marca, li posizioni in ordine casuale e vedi se il tuo amico è in grado di riconoscerli tutti. In questo modo la probabilità che abbia avuto semplicemente fortuna è inferiore al 5%: se riuscirà nell'impresa crederai al suo speciale talento.

- A. Ammetti che il tuo amico è in grado di distinguere fra le due bibite.
- B. Lo ammiri per il suo raffinato senso del gusto.
- C. Gli suggerisci di diventare un assaggiatore professionista.
- D. Riempi cinque bicchieri di bibita di una o dell'altra marca, li posizioni in ordine casuale e vedi se il tuo amico è in grado di riconoscerli tutti. In questo modo la probabilità che abbia avuto semplicemente fortuna è inferiore al 5%: se riuscirà nell'impresa crederai al suo speciale talento.

3

- Compri una nuova giacca variopinta e la indossi per la prima volta. Nel corso della giornata incontri diversi colleghi e amici. Tre di loro fanno commenti su quanto sia bella la tua nuova giacca. Cosa fai?

- A. Ti congratuli con te stessa per questo strepitoso nuovo acquisto.
- B. Compri diverse altre giacche simili.
- C. Intraprendi la carriera di consulente di moda.
- D. Pensi che, siccome le persone solitamente tengono per sé le reazioni negative, quei tre complimenti costituiscono un campione distorto e che forse alcune altre persone che ti hanno visto hanno avuto un'opinione più sfavorevole e non te l'hanno detto.

- A. Ti congratuli con te stessa per questo strepitoso nuovo acquisto.
- B. Compri diverse altre giacche simili.
- C. Intraprendi la carriera di consulente di moda.
- D. Pensi che, siccome le persone solitamente tengono per sé le reazioni negative, quei tre complimenti costituiscono un campione distorto e che forse alcune altre persone che ti hanno visto hanno avuto un'opinione più sfavorevole e non te l'hanno detto.

4

- Stai giocando a carte e stabilisci che l'unico modo perché tu possa vincere è che la tua prossima carta sia un asso di picche. Che fai?

- A. Chiudi gli occhi e pensi tre volte: asso di picche, per favore!
- B. Ringhi e assumi un'espressione minacciosa per indurre l'asso di picche ad apparire.
- C. Fai un elenco di tutti i film in cui alla fine l'eroe riceve l'asso di picche proprio quando ne aveva più bisogno.
- D. Ti rendi conto che ogni carta non vista ha la medesima probabilità di arrivarti (quindi la probabilità associata a ciascuna carta particolare è molto bassa) e lasci la mano prima di rimetterci la camicia.

- A. Chiudi gli occhi e pensi tre volte: asso di picche, per favore!
- B. Ringhi e assumi un'espressione minacciosa per indurre l'asso di picche ad apparire.
- C. Fai un elenco di tutti i film in cui alla fine l'eroe riceve l'asso di picche proprio quando ne aveva più bisogno.
- D. Ti rendi conto che ogni carta non vista ha la medesima probabilità di arrivarti (quindi la probabilità associata a ciascuna carta particolare è molto bassa) e lasci la mano prima di rimetterci la camicia.

- Nel giro di un anno, sia i prezzi delle automobili sia quelli delle torte di cioccolato sono aumentati dell'8%. Che cosa fai?

- A. Manifesti stupore per la stretta correlazione fra questi prezzi.
- B. Avvii un'indagine sui collegamenti nascosti fra industria automobilistica e quella dolciaria.
- C. Ipotizzi che in realtà le automobili siano fatte di cioccolata.
- D. Ti ricordi che la correlazione non implica un rapporto di causa e effetto e infatti nessuno dei due aumenti dei prezzi è causa dell'altro; piuttosto sono entrambi una conseguenza dell'inflazione.

- A. Manifesti stupore per la stretta correlazione fra questi prezzi.
- B. Avvii un'indagine sui collegamenti nascosti fra industria automobilistica e quella dolciaria.
- C. Ipotizzi che in realtà le automobili siano fatte di cioccolata.
- D. Ti ricordi che la correlazione non implica un rapporto di causa e effetto e infatti nessuno dei due aumenti dei prezzi è causa dell'altro; piuttosto sono entrambi una conseguenza dell'inflazione.

## 6

- Assisti all'esibizione da parte di un sedicente medium. Dice di percepire un contatto soprannaturale e domanda se qualcuno nella prima balconata abbia recentemente avuto un battibecco con un conoscente il cui nome inizia con la lettera G. Una donna di mezza età, stupita, alza la mano e ammette di aver avuto una seria discussione con suo figlio Gennaro la scorsa settimana. Che fai?

- A. Ti meravigli degli incredibili poteri del medium.
- B. Esci e vai a comprare tutti i suoi libri.
- C. Lo assumi per aiutarti a risolvere tutti i problemi della tua misera vita.
- D. Pensi che, se si considerano le centinaia di spettatori seduti nella prima balconata e le molteplici persone che ognuno di loro conoscerà, la diffusione dell'iniziale G e la propensione degli esseri umani a litigare, non è affatto inconcepibile che la previsione del medium si sia rivelata corretta per puro caso, senza dimostrare alcunché.

- A. Ti meravigli degli incredibili poteri del medium.
- B. Esci e vai a comprare tutti i suoi libri.
- C. Lo assumi per aiutarti a risolvere tutti i problemi della tua misera vita.
- D. Pensi che, se si considerano le centinaia di spettatori seduti nella prima balconata e le molteplici persone che ognuno di loro conoscerà, la diffusione dell'iniziale G e la propensione degli esseri umani a litigare, non è affatto inconcepibile che la previsione del medium si sia rivelata corretta per puro caso, senza dimostrare alcunché.

- Avete risposto sempre D?
- Complimenti! Avete assimilato il punto di vista statistico.
- Usatelo bene. Usatelo per comprendere il modo più in profondità. Usatelo per prendere decisioni migliori.

Le domande sono riadattate da  
Jeffrey S. Rosenthal. *Le regole del caso* Longanesi. 2005.

# Perché studiare Statistica?

**“Il bello di essere statistici è che si può giocare nel giardino di tutti gli altri”**

**J.W. Tukey**

Gli statistici svolgono un ruolo fondamentale nel mondo di oggi. Dietro ogni azione o scelta in campo economico o sociale, dietro ogni ricerca sperimentale in campo scientifico, tecnologico o medico c'è il contributo degli statistici.

- ARRIVEDERCI!



## Come diventare Statistico?

Se hai:

- interesse per la realtà che ti circonda
- predisposizione per le materie scientifiche e tecniche.

Valuta l'opportunità **di iscriverti a statistica**

- Per ulteriori informazioni visita il sito WEB

[www.statistica.unifi.it](http://www.statistica.unifi.it)