

Metodologia della Ricerca

0011 0010 1010 1101 0001 0100 1011

Prof. Claudio Capiluppi



Prof. Claudio Capiluppi - Università di Verona - A.A. 2006/07

METODOLOGIA DELLA RICERCA

Punto di partenza di una ricerca empirica:

qualcosa non torna nel nostro sistema di conoscenze,
abbiamo un problema, che nasce dalle nostre conoscenze su un
fenomeno, insufficienti o incoerenti

Obiettivo di una ricerca:

verificare una ipotesi su un fenomeno
scegliere tra ipotesi alternative

Metodologia della ricerca:

come progettare e condurre una ricerca che abbia validità scientifica

Validità Scientifica:

- validità concettuale
- validità interna
- validità esterna (ed ecologica)
- validità statistica



IL PRINCIPIO DI FALSIFICAZIONE

- Verificare una ipotesi non significa dimostrare che l'ipotesi è vera
- Una proposizione di tipo generale (teoria o ipotesi) non può mai essere *verificata empiricamente*: cioè per quante osservazioni si producano, non si potrà mai dimostrare in modo definitivo che essa è vera
- La verifica empirica è un processo che, dal punto di vista logico, non può avere fine:
 - le conseguenze (enunciati particolari) che possono essere derivate logicamente da una ipotesi sono infinite
 - è sempre possibile che una nuova osservazione risulti in contrasto con una delle conseguenze previste dall'ipotesi
- È invece sufficiente che una sola osservazione risulti in contrasto con una delle infinite conseguenze derivabili dalla teoria, per dimostrarne logicamente e definitivamente la falsità: l'ipotesi si dice falsificata
- Quindi quando si parla di verificare una ipotesi cosa si intende?
 - si verifica se una ipotesi su un fenomeno può essere accettata (temporaneamente), sulla base della conoscenza empirica disponibile
 - cioè se è compatibile con i dati osservati finora, o se deve essere abbandonata in quanto falsificata

IL PRINCIPIO DI FALSIFICAZIONE

Una proposizione generale può essere dimostrata *logicamente* (dedotta) da altre proposizioni generali *vere*

È il caso delle dimostrazioni matematiche (teoremi), dove le conclusioni (tesi) sono derivate per **deduzione** a partire da premesse (ipotesi) vere, a loro volta derivate da altre e, in ultima analisi, dai postulati (o assiomi), affermazioni vere *per assunzione*.

Gli assiomi non possono essere dimostrati, sono il punto di partenza di tutto l'edificio matematico, che si sviluppa in modo esclusivamente deduttivo:

- tutte le conclusioni sono in effetti già contenute nelle premesse,
- quindi tutto lo sviluppo della disciplina consiste "solo" nell'esplicitarle

Deduzione: procedimento logico che procede dal generale al particolare

IL PRINCIPIO DI FALSIFICAZIONE

- **Evoluzione del concetto di scienza**
- Ideale classico (Aristotele): conoscenza dimostrativa basata sulla *deduzione*: tutto deriva dai postulati
- Ideale positivistico (Bacone): la conoscenza si fonda sull'osservazione dei fatti e l'*induzione* permette di arrivare a formulare (scoprire) le leggi della natura
- Approccio moderno (Popper): la falsificabilità è il criterio di scientificità, una teoria non falsificabile nemmeno in linea di principio non è scientifica (metafisica)
- Asimmetria logica tra verifica e falsificazione: tutte le teorie sono provvisorie:
 - oggi ci sembrano vere quelle attuali, e ci sembra impossibile che in passato, magari solo pochi anni fa, si potesse credere che ...
 - ma *tutte* le teorie sono destinate ad essere falsificate !
- La falsificazione delle teorie attualmente dominanti deve essere anzi uno degli obiettivi primari della scienza e degli scienziati: è il vero motore del progresso scientifico

IL METODO SCIENTIFICO

- Come si giunge alla formulazione di una ipotesi empirica ?
 - l'**Induzione**, secondo la visione positivistica, è il procedimento di passaggio dal particolare al generale: da singoli fatti osservati (enunciati particolari) ad una legge o teoria (enunciato generale)
- "Razionalità" della natura: ovvero le leggi scientifiche esistono in natura, prima che lo scienziato le "scopra" ?
 - le categorie logiche della razionalità (es. causalità) sono dipendenti dalla mente dell'uomo, e non invece corrispondenti a nessi reali e naturali
 - lo scienziato non *scopre leggi* esistenti in natura, ma *inventa modelli* per descrivere/spiegare i fenomeni: il momento induttivo rappresenta il momento creativo del processo scientifico
 - questi modelli/teorie si rivelano adeguati per un certo campo di applicazioni, per un certo periodo... fino a quando non vengono falsificati da nuove osservazioni, che ne mostrano l'inadeguatezza
 - l'avvenuta falsificazione costringe gli scienziati a formulare una nuova teoria, in grado di rendere conto anche delle nuove osservazioni... fino alla successiva falsificazione

IL METODO SCIENTIFICO

- Il mondo reale è veramente come noi ce lo rappresentiamo ?
 - conosciamo il mondo attraverso strumenti di rilevazione: filtri sensoriali (specie-specifici) con precise specifiche e limitazioni
 - i dati rilevati vengono poi sottoposti ad elaborazione: una prima è spesso integrata nell'organo di senso (es. la retina), seguita da quella eseguita a livello del SNC (es. integrazione del campo visivo)
 - il risultato di tutti questi processi è il mondo come ci appare, la nostra rappresentazione, ma non coincide con la realtà: ne è solo una astrazione
- Tutti i dati su cui ci basiamo sono il prodotto di un processo di rilevazione condotto con uno strumento di osservazione, le cui caratteristiche condizionano, anzi determinano i dati prodotti
- E' importante conoscere e tenere sempre presenti le caratteristiche dello strumento che stiamo utilizzando: sia che sia un sofisticato apparecchio, piuttosto che un questionario, o magari il nostro occhio ...

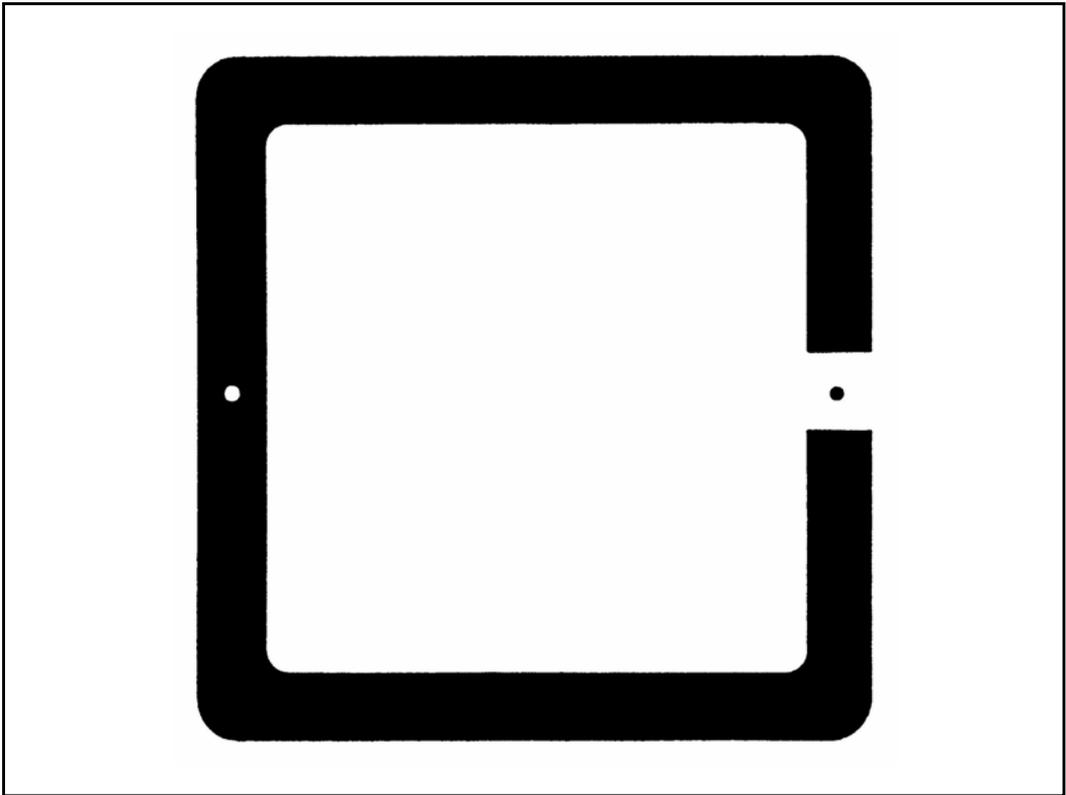
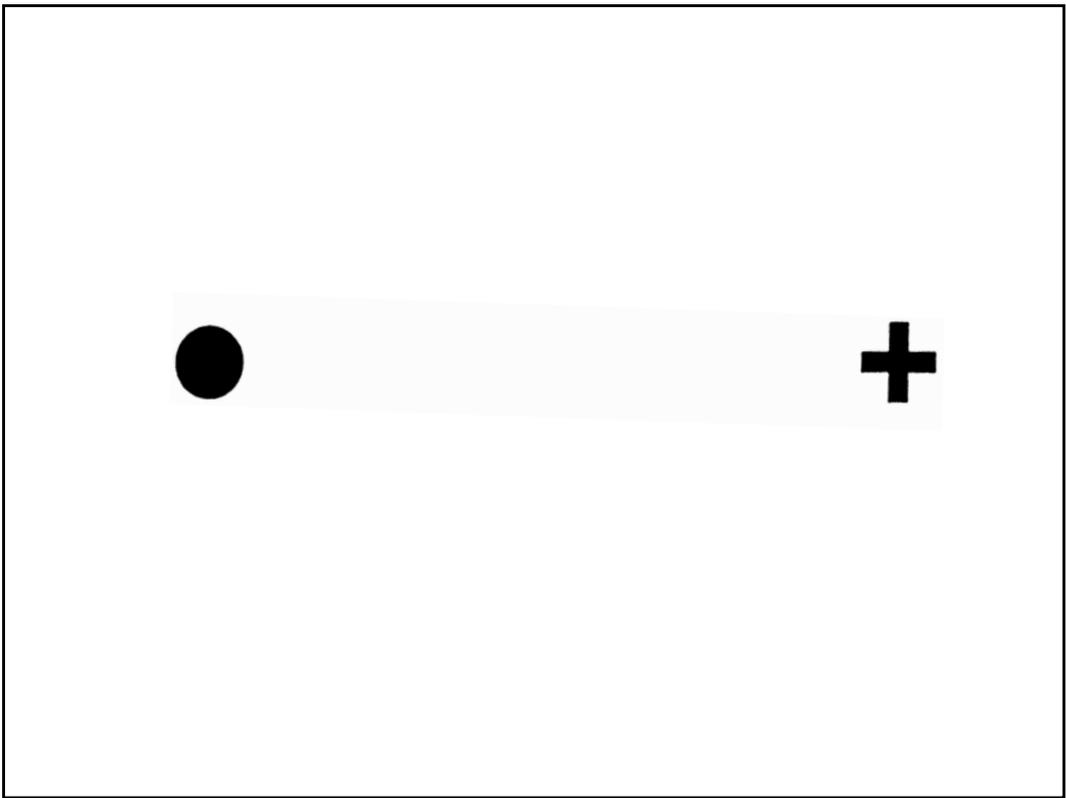
Nella parte nasale della retina di ciascun occhio c'è una zona priva di recettori (*macula caeca*)



Per far sparire la croce, chiudete l'occhio sinistro e fissate il disco con l'occhio destro



Per far sparire il disco, chiudete l'occhio destro e fissate la croce con l'occhio sinistro



È facile spiegare perché, in visione binoculare, la *macula caeca* eluda la nostra osservazione: la zona non rappresentata nell'occhio sinistro è rappresentata nell'occhio destro, e viceversa. Ma nemmeno in visione monoculare compare un buco; e non perché la *macula caeca* sia piccola, dato che si estende per circa 6° in orizzontale e 8° in verticale, a un'eccentricità di circa 13-19° in direzione nasale (quanto basta per farci cadere dentro un uovo tenuto in mano a braccio steso). Il buco è invisibile perché ha luogo un'interpolazione visiva: una superficie omogenea continua ininterrotta; una linea non si spezza in due segmenti (figura 3.5). Si realizza cioè un riempimento (*filling-in*) coerente con la metafora del colore che si spande finché non incontra un contorno.

Benché l'interpolazione nella *macula caeca* si presti a interpretazioni contrastanti [Dennett 1991; Kanizsa 1991, 115], possiamo trarre una conclusione generale, valida anche per altri completamenti (par. 3.5). L'assenza di informazione locale va distinta dall'informazione sull'assenza. Per vedere una macchia, un buco o un troncamento, l'occhio deve registrare i contorni che ne segnalano l'esistenza.

LA VALIDITA'

- Il concetto di validità di una ricerca, in un'accezione molto generale, indica la solidità o attendibilità dei risultati di una ricerca e delle conclusioni che possono esserne tratte, in relazione al metodo con cui la ricerca è stata condotta.
- Aspetti del concetto di validità:
 - validità di costrutto: analizza se una ricerca è adeguata dal punto di vista teorico e concettuale, cioè risulta in grado di rispondere agli obiettivi conoscitivi
 - validità interna: analizza la consistenza interna del metodo di ricerca applicato, il grado di controllo dei fattori studiati e di isolamento dei loro effetti; riguarda in particolare la possibilità di sostenere una (ipotesi di) relazione di causalità
 - validità statistica: valuta se i risultati della ricerca siano effettivamente attribuibili ai fattori studiati e non invece all'effetto del caso
 - validità esterna: valuta se i risultati della ricerca siano generalizzabili a popolazioni, situazioni, luoghi e tempi diversi da quelle esaminate, o siano invece legati e limitati alle particolari condizioni in cui si è svolta la ricerca (setting, campione, periodo, ...)
 - validità ecologica: riguarda la possibilità di generalizzare i risultati ottenuti "in laboratorio" al fenomeno come si realizza in condizioni "naturali"

VALIDITA' DI COSTRUTTO

- Adeguatezza della ricerca, così come è stata progettata e condotta, rispetto agli obiettivi di ricerca: verifica di una ipotesi, o confronto tra ipotesi multiple
- La verifica di una teoria non può avvenire in modo diretto perché non è possibile il confronto di concetti ed enunciati teorici con i dati empirici.
- All'interno dell'ipotesi di ricerca compaiono concetti che hanno un ruolo e un significato, e che devono essere chiaramente *definiti* per poter essere *misurati*, e poter infine concludere a favore o contro l'ipotesi
- La definizione di una variabile di interesse è ancora un costrutto *teorico* : si colloca sempre all'interno di un *paradigma* scientifico-culturale e sociale, costituito dal complesso di teorie e conoscenze accettate da *una* comunità scientifica
- Non esistono quindi fatti *puri*, svincolati da qualunque teoria, indipendenti da qualunque presupposto teorico: i dati sono un prodotto culturale ("ideologico") (es. intelligenza, ansia, disoccupazione, ...)
- Quello che osserviamo è sempre una astrazione della realtà: si osserva - *si vede* - ciò che interessa, selezionando, separando, isolando alcuni aspetti e ignorandone altri

L'osservazione non è un'operazione neutrale

VALIDITA' DI COSTRUTTO

- È necessario passare per la operazionalizzazione dei costrutti teorici, cioè la traduzione:
 - dell'ipotesi teorica in ipotesi di ricerca, empiricamente verificabile
 - delle variabili teoriche in variabili misurabili (operazionalizzazione)

variabile teorica ->

operazionalizzazione

=> variabile misurabile

- Operazionismo: definizione di un concetto in termini delle operazioni necessarie per la sua osservazione e misura.
- Protocollo di osservazione = strumento + operazioni di misura
- I dati finali, i risultati, sono frutto e prodotto di una lunga serie di scelte : adottare una definizione invece di un'altra, poi operazionalizzarla in un determinato modo (utilizzando un certo tipo di strumento, di test), ...
- Riflettere criticamente sui cosiddetti DATI DI FATTO: per prima cosa sulla definizione teorica ed operativa delle variabili = *COSA* e *COME* è stato realmente MISURATO?! e *PERCHE' NON ALTRO / IN ALTRO MODO*...

VALIDITA' DI COSTRUTTO

- Problematiche:
- Insufficiente definizione teorica
- Inadeguata definizione operativa delle variabili:
 - le traduzioni operate dei concetti teorici non misurano adeguatamente il concetto che si voleva analizzare, o lo misurano solo in parte
 - soprattutto quando un costrutto teorico è complesso, con lo strumento di misura adottato se ne riesce a cogliere solo un o alcuni aspetti
 - l'operazionalizzazione adottata è fortemente dipendente dalla teoria di riferimento: altre teorie possono suggerire operazionalizzazioni diverse => dati diversi => conclusioni diverse ?!
- La ricerca (ovvero i dati empirici che potrà produrre) non permette di discriminare tra teorie alternative: altre teorie possono "spiegare" gli stessi dati in modo altrettanto convincente
- Problematiche e caratteristiche specifiche (limitazioni, difetti) dello strumento e più estesamente del processo di misura (protocollo)

45

LO STRUMENTO DI MISURA

- Strumento (Processo) di rilevazione :
 - *cosa misura realmente ?*
problema di adeguatezza dell'operazionalizzazione adottata
 - più o meno adeguato che sia, ha sempre caratteristiche e limiti intrinseci, dei quali bisogna essere consapevoli
 - dobbiamo ricordarcene soprattutto quando si interpretano i risultati, per non fargli dire cose che *non possono dire*
 - l'osservazione stessa può alterare l'oggetto di studio:
es. microscopio elettronico, presenza osservatore, intervista faccia a faccia, effetto Hawthorne, ...
- Le misure prodotte sono delle "buone" misure ?

45

LO STRUMENTO DI MISURA

- La valutazione di uno strumento di misura si basa su 4 aspetti principali:
 - **adeguatezza** (validità concettuale o di costruito): lo strumento misura *veramente* quello che si vuole valutare, ovvero è adeguato rispetto agli obiettivi conoscitivi
 - **oggettività**: diversi osservatori producono la stessa valutazione dello stesso evento, ovvero la misura è indipendente dall'osservatore
 - **fedeltà** (stabilità, affidabilità, *reliability*): capacità di ri-produrre le stesse misure, nelle stesse condizioni; si possono avere invece fluttuazioni dello strumento
 - **sensibilità**: capacità di rilevare differenze (discriminazione), grado di informatività portata dalla misura
 - **risoluzione**: più piccola grandezza rilevabile a inizio scala e su tutto il campo di misura
 - **prontezza**: rapidità con cui lo strumento è in grado di produrre la misura

LO STRUMENTO DI MISURA

- Due parametri di valutazione di uno strumento di misura propriamente *statistici* (si riferiscono alla distribuzione delle misure prodotte) sono:
 - **correttezza (non distorsione)**: la misura prodotta è *centrata* sul valore vero, o invece sbaglia *sistematicamente* in una direzione (sottostima/sovrastima) ?
 - **precisione**: quanto fluttua la misura intorno al valore *vero* ma *ignoto* dell'oggetto, ovvero quanto è ampia la *distribuzione* delle misure prodotte dallo strumento

Osserviamo che queste due proprietà si riferiscono a distribuzioni.

Le misure sono sempre stime: il vero valore è ignoto (e non lo potremo mai conoscere con *certezza*)

Se immaginiamo di ripetere l'operazione di misura più volte (al limite infinite volte) otteniamo misure sempre diverse.

Quindi come risultato avremo una *distribuzione* delle misure prodotte dallo strumento.

VALIDITA' INTERNA

- **Ruolo delle variabili** all'interno di una (ipotesi di) ricerca
- Quando si ipotizza una relazione di causa-effetto tra due variabili, si distinguono :

$$X \rightarrow Y$$

- variabile **dipendente (Y)** : o risposta, esito, effetto
- variabile **indipendente (X)** : o esplicativa, predittiva, fattore, trattamento
 - **manipolata (controllata)**: nel metodo sperimentale la variabile viene assegnata ai soggetti dal ricercatore in modo da poterne controllare l'effetto (es. farmaco)
 - **non manipolata dal ricercatore**: possiamo solo osservare e prendere atto dei valori assunti dalla X (es. tutte le variabili *soggettive*, oppure quando il valore su cui è attestata è in qualche senso preesistente alla ricerca, es. fumatore / non fumatore)
- variabile di **disturbo** : o di confusione, estranea, parassita
 - **interferisce con i risultati della ricerca facendo variare la Y in modo non previsto** (es. altri fattori non considerati che influenzano la Y)
 - per questo si dice che introduce "errori" sulla Y, che possono essere casuali o sistematici

LA CAUSALITA'

- Supponiamo di aver rilevato su un insieme di soggetti due variabili quantitative, ad es. altezza e peso
- Si ha una dipendenza tra due variabili quando c'è una relazione tra i valori assunti dalle due variabili:

- la relazione si dice di tipo **causale**, quando una variazione del valore assunto da una delle due variabili causa una conseguente modificazione del valore dell'altra variabile

$$X \rightarrow Y$$

- altrimenti non è identificabile una causa e un effetto, ma si osserva solo una *associazione* tra i comportamenti delle due variabili

$$X \leftrightarrow Y$$

- In assenza di qualunque relazione, due variabili si dicono **indipendenti**
- E' importante sottolineare che ipotizzare una relazione di causa-effetto è una operazione concettuale che va al di là dei dati osservati e dell'analisi statistica:
 - la possibilità di fare una affermazione di tipo causale dipende essenzialmente dal metodo di ricerca utilizzato (sperimentale) e dal grado di controllo esercitato sulle variabili esplicative e di disturbo
 - la causalità è una *categoria* del pensiero umano

LA CAUSALITA'

- La causalità è una *categoria* del pensiero umano, che ha la disposizione a costruire associazioni tra eventi: è una *funzione*, un *prodotto* della nostra mente (SNC)
- Si tratta di una qualità *adattiva*, evolutasi in funzione di un migliore adattamento all'ambiente, in quanto consente di *prevedere* situazioni, comportamenti, eventi ... come conseguenze di altri eventi osservati: è una capacità che dà un vantaggio nella competizione per le risorse ambientali (se conduce a previsioni corrette...)
- Come vengono costruite tali relazioni causali nella nostra mente ?
 - alcune forme di causalità sono *percepite*: rilevate a livello "hardware" (processi primari), sono funzioni innate, incorporate nella memoria genetica
 - altre sono *apprese*, sulla base di associazioni tra eventi (condizionamento): le associazioni possono essere costruite in modo arbitrario, ed eventualmente erroneo (es. pensiero primitivo, pensiero del bambino, superstizioni ...)
 - l'uomo ha poi sviluppato il pensiero logico: un ulteriore step evolutivo, in grado di migliorare la correttezza delle previsioni operate; anche l'adulto però commette talvolta errori logici (es. post hoc ergo propter hoc)
- Molte credenze e superstizioni sono basate su ragionamenti affetti da errore:
 - ad es., uno studente si porta all'esame un amuleto portafortuna, l'esame va bene, e quindi conclude che l'amuleto funziona... così decide di portare sempre l'amuleto agli esami. se un esame successivo va male... la credenza rimane !
 - anche il gioco d'azzardo è basato su questi meccanismi

LA CAUSALITA'

- L'attribuzione di un nesso di causalità è sempre una nostra proiezione: a volte ci sembra naturale (a torto o a ragione), altre volte ci risulta invece molto problematica, al punto che si può confondere la causa con l'effetto
- Di per sé stessi, i dati permettono di rilevare solo una **associazione**, più o meno forte, tra fenomeni, comportamenti, eventi
- Talvolta due variabili sono strettamente associate, cioè presentano andamenti molto simili, ma nessuno penserebbe (ipotizzerebbe) che esista una relazione causale, né in una direzione e nemmeno nell'altra
- Osservare una forte associazione non significa quindi necessariamente che una variabile abbia un effetto sull'altra, cioè che variando il valore assunto dalla prima si possa indurre un aumento o una diminuzione nel valore assunto dall'altra
- Una forte associazione tra due variabili può essere dovuta (ad es.) ad un terzo fattore, che agisce direttamente su entrambe :



- Quando ipotizziamo una relazione di causa-effetto, possiamo costruire un **modello** per prevedere Y in funzione di X: poi dovremo verificare quanto queste previsioni risultino valide

LA CAUSALITA'

- Per *poter essere* di tipo causale, una relazione deve avere :
 - una direzione determinata, dedotta di solito dalla sequenza temporale
 - forte associazione tra presunto fattore causale e risposta
 - concordanza: l'associazione si ritrova in diverse situazioni, popolazioni, ...
 - specificità: il presunto fattore causale produce uno specifico effetto
 - plausibilità: valutata in base al sistema di conoscenze correnti
 - analogia: con altre situazioni in cui si ritiene di aver individuato un rapporto causa-effetto
 - coerenza: con la storia naturale del fenomeno (es. malattia)
- Tutte queste condizioni sono necessarie ma non sufficienti, ci possono far ipotizzare una relazione causale, ma non sono sufficienti a "dimostrarla".
- Per poter veramente sostenere una ipotesi di causa-effetto, è necessario garantire il controllo completo sulle variabili esplicative e l'assenza di fattori di confusione, che possono compromettere la correttezza dell'inferenza -> **metodo sperimentale**

12
45

LA CAUSALITA'

0011 0010 1010 1101 0001 0100 1011

Metodo sperimentale

i livelli delle variabili indipendenti sono somministrate ai soggetti dal ricercatore

le altre variabili che potrebbero influire sulla variabile dipendente sono *tenute sotto controllo*

Controllo:

esperimento in condizioni di isolamento (in laboratorio)

assegnazione randomizzata dei livelli di trattamento ai soggetti

Solo quando si applica il metodo sperimentale si può essere ragionevolmente sicuri che la modificazione della variabile dipendente sia stata effettivamente provocata dalla variazione delle variabili indipendenti

VALIDITA' INTERNA

- **Variabili di confusione:**
- non equivalenza iniziale dei gruppi: a causa della non corretta selezione dei soggetti
- "mortalità" dei soggetti: perdita di soggetti per abbandono della ricerca per morte, trasferimento, irreperibilità, indisponibilità, ... che comporta generalmente un processo di selezione
- fluttuazioni strumentazione: presente in tutte le scienze (es. falsi positivi/neg.), è tanto più critica quanto più la componente umana nel processo di misura è rilevante (es. identificazione batteri al microscopio, "lettura" immagini strumentali ecografia, intervistatori, ...)
- regressione (ritorno) verso la media: conseguenza dell'errore di campionamento su una singola misurazione
- processi di maturazione: cambiamenti sistematici di ordine biologico e psicologico (età, fame fatica; noia, motivazione, interesse); tra una prova e l'altra i soggetti modificano i loro criteri di risposta
- effetto delle prove: l'aver partecipato a precedenti esperimenti può influire su successive prestazioni, per il verificarsi di processi di apprendimento
- storia attuale: qualunque evento accada durante il periodo in cui si conduce la ricerca, può diventare un fattore aggiuntivo di cui è difficile tenere conto

VALIDITA' INTERNA

- **Errori dovuti all'osservatore (rilevatore/sperimentatore/intervistatore):**
- le aspettative dell'osservatore:
 - il ricercatore può inconsapevolmente assumere atteggiamenti e comportamenti che possono influenzare i soggetti nella direzione attesa
 - le stesse percezioni possono risultare distorte o selettive, questo può produrre errori sistematici di osservazione, di valutazione o di registrazione dei dati
- deviazione dalle direttive del protocollo di rilevazione o di sperimentazione
- l'interazione tra rilevatore e soggetto: situazione sociale asimmetrica, nella quale il ruolo del rilevatore non risulta indifferente a chi è sottoposto all'osservazione
- le caratteristiche del rilevatore: caratteristiche fisiche, il sesso, l'età, la personalità, l'esperienza, possono influenzare in vari modi le risposte
- errori comuni di comportamento inintenzionale del rilevatore:
 - mancanza di uniformità nella presentazione delle domande o delle istruzioni,
 - variazione del tono della voce,
 - sottolineare determinate parole o risposte,
 - reazioni fisiche (cambiamenti di tensione del corpo, dello sguardo, sorriso, movimento degli occhi, dilatazione della pupilla)

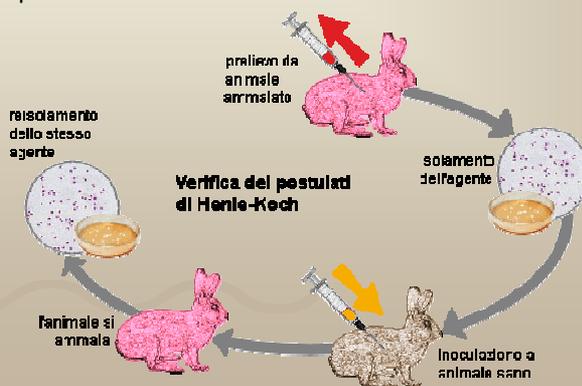
VALIDITA' INTERNA

- **Errori dovuti al soggetto osservato:**
 - direzione delle risposte: l'atteggiamento dei soggetti può variare molto, dalla condiscendenza al boicottaggio, dalla semplice collaborazione, al desiderio di contribuire al progresso della conoscenza, fino al soggetto che vuole fare buona impressione...
 - desiderabilità sociale: induce risposte "ideali" in soggetti e situazioni in cui agiscono meccanismi di approvazione sociale; ad es. si verifica che i soggetti, avendo intuito quello che a loro parere è lo scopo della ricerca, cercano di rispondere in modo da avvalorarla; può essere necessario ricorrere all'inganno per sviare i soggetti dal vero obiettivo della ricerca
 - percezione di sé: la consapevolezza di essere osservati, per scopi scientifici o anche per scopi non noti, può alterare le risposte o le prestazioni dei soggetti e addirittura le reazioni ai trattamenti (effetto placebo, effetto Hawthorne)
- L'errore del soggetto in un campione casuale è generalmente "incorrelato", cioè non introduce una distorsione, ma aumenta semplicemente la variabilità osservata, cioè riduce la precisione delle stime

1
2
3
4
5

VALIDITA' INTERNA

- **Postulati di Henle-Koch**
- L'agente patogeno di una malattia infettiva:
 1. deve essere presente in ogni caso della malattia
 2. non deve essere presente in individui sani che non presentano quella malattia
 3. deve essere isolato nell'ospite dai tessuti colpiti e coltivabile in coltura pura
 4. deve essere capace di riprodurre la malattia attraverso infezione sperimentale



1
2
3
4
5

VALIDITA' INTERNA

- Per poter affermare che un agente infettivo è la causa di una malattia occorre rispettare questo schema, derivato dall'esperienza nello studio della tubercolosi (*Mycobacterium tuberculosis* o "bacillo di Koch")
- Lo schema di Henle-Koch è molto chiaro, ma rigidamente deterministico:
 - una malattia (infettiva) è associata ad una singola causa (agente infettivo)
 - non tiene conto di altri fattori che possono interagire con l'agente principale (fattori ambientali, genetici ...)
 - non considera la possibilità che una malattia abbia più cause o determinanti (eziologia multipla) o che possa essere il risultato di una dinamica complessa (es. stress + infezione primaria → infezione secondaria)
- Negli ultimi 20 anni, di fronte a ipotesi eziologiche che non rispondono a uno o più postulati, ci si è chiesti se essi siano ancora validi, risalendo alla fine del 1800: lo sviluppo scientifico e tecnologico modifica le tecniche di analisi e gli strumenti disponibili, ma la logica è sempre valida
- Un aggiornamento dei postulati è necessario:
 - per tenere conto dell'errore di osservazione, sempre presente nella ricerca empirica, e della variabilità individuale: occorre effettuare valutazioni statistiche (probabilistiche) e non puramente deterministiche
 - per considerare le interazioni tra più fattori candidati: analisi multivariate
- Lo schema di Henle-Koch rimane il punto di riferimento della causalità in medicina: ogni deroga dai principi logici è molto rischiosa ...

VALIDITA' INTERNA

- **Postulati di Evans (1978)**
- 1. La proporzione di soggetti ammalati (prevalenza) deve essere maggiore tra gli esposti alla causa ipotizzata che nei non esposti
- 2. L'esposizione alla causa ipotizzata deve essere più frequente nei soggetti ammalati che in quelli non ammalati
- 3. L'esposizione alla causa ipotizzata deve precedere l'espressione della malattia
- 4. L'incidenza della malattia deve essere maggiore negli esposti che nei non esposti
- 5. Si dovrebbe osservare un gradiente dose-risposta (monotono) in relazione alla quantità del presunto fattore causale presente negli ospiti (+ causa → + sintomi)
- 6. Nei soggetti esposti si osservano/producono risposte che sono rare nei non esposti
- 7. La malattia deve essere riproducibile sperimentalmente, ottenendo una incidenza della malattia superiore nei soggetti esposti che in quelli non esposti
- 8. L'eliminazione o la riduzione della causa ipotizzata nei soggetti colpiti dovrebbe diminuire l'espressione o la frequenza della malattia
- 9. La prevenzione della causa ipotizzata dovrebbe eliminare o ridurre il numero di nuovi casi di malattia
- 10. Tutte le associazioni devono essere valutate statisticamente, ed avere un senso dal punto di vista biologico: compatibilità con le conoscenze (altre teorie ed ipotesi) che costituiscono il paradigma scientifico

VALIDITA' ESTERNA

- Grado di applicabilità dei risultati a contesti diversi da quelli considerati nella ricerca: popolazioni, condizioni, luoghi, tempi.
- La possibilità di generalizzare le conclusioni si basa su tre assunzioni, che rappresentano dei principi guida del momento induttivo del procedere scientifico:
 - l'ordine della natura: se le cose sono andate in un certo modo finora non c'è ragione che non funzionino così anche in futuro (e in passato: attualismo)
 - il determinismo degli eventi: nessun evento avviene per caso, ma è determinato da precedenti eventi; ovvero, se le cose funzionano in un certo modo, la ragione c'è
 - principio di parsimonia: tra due spiegazioni la migliore è la più semplice (rasoio di Occam)
- Questi principi sono plausibili, ma non assicurati. Non si deve mai dimenticare che la generalizzabilità è un'assunzione e non un dato empiricamente stabilito.
- Si può articolare in (almeno) tre aspetti:
 - validità di popolazione: riguarda il campione di soggetti selezionati
 - validità temporale: riguarda la costanza dei risultati nel tempo
 - validità ecologica: riguarda le condizioni in cui si svolge la ricerca

VALIDITA' ESTERNA

- **Validità di popolazione**
- Dipende essenzialmente da:
 - selezione del campione → popolazione accessibile → popolazione obiettivo
 - dimensione del campione
- Problematiche per la generalizzabilità delle stime campionarie alla popolazione obiettivo: l'errore di campionamento
 - *rappresentatività* del campione: il campione riproduce la distribuzione delle variabili di interesse della popolazione obiettivo?
 - la tecnica di campionamento: il metodo di selezione delle unità da osservare può essere una fonte di *distorsione*
 - la numerosità del campione permette di controllare la precisione delle stime, ma non eventuali fonti di distorsione
 - criticità: l'eventuale dipendenza del fenomeno studiato da caratteristiche dei soggetti la cui distribuzione non dovesse essere riprodotta dal campione selezionato

VALIDITA' ESTERNA

■ Validità temporale

- È comune, nella maggior parte delle ricerche, l'assunzione implicita che i risultati di una ricerca non dipendano dal tempo, e restino stabili nel tempo...
- I risultati possono invece dipendere dal periodo in cui la ricerca è stata condotta:
 - variazioni stagionali e cicliche
 - eventi straordinari...
- Non è sufficiente ottenere determinati risultati una sola volta: occorre poterli replicare in differenti condizioni temporali
- Nel caso di fenomeni che sono evidentemente dipendenti dal tempo, occorre seguirne e descriverne l'andamento nel tempo (serie storiche): il tempo diventa una variabile indipendente ...

VALIDITA' ESTERNA

- Fattori di compromissione:
 - selezione non rigorosamente casuale dei soggetti: in particolare, utilizzo di soggetti facilmente accessibili, magari volontari, non rappresentativi dell'intera popolazione obiettivo
 - variazioni stagionali o cicliche delle variabili e/o del fenomeno
 - condizioni e ambiente (*setting*) in cui si svolge la ricerca
 - sensibilizzazione dei soggetti durante prove preliminari o prove precedenti
- Anche ogni forma di coercizione pone problemi di validità esterna e possono portare a stime scarsamente generalizzabili:
 - mancanza di collaborazione, rifiuto parziale o totale
 - risposte sbrigative o fasulle, scelta di modalità scappatoia
 - scarsa concentrazione, motivazione o accuratezza

VALIDITA' ESTERNA

- Percentuale di studenti utilizzati come soggetti della ricerca negli articoli di riviste di Psicologia Sociale pubblicate tra gli anni 1950-1980

Autore	Rivista	Anni	% Studenti
Chistie (1965)	J. of Abnormal and Social Psychology	1949	20
Chistie (1965)	J. of Abnormal and Social Psychology	1959	49
Smart (1966)	J. of Abnormal and Social Psychology	1962-1964	73
Smart (1966)	Journal of Experimental Psychology	1963-1964	86
Schultz (1969)	J. of Personality and Social Psychology	1966-1967	70
Schultz (1969)	Journal of Experimental Psychology	1966-1967	84
Carlson (1971)	J. of Personality and Social Psychology Journal of Personality	1968	66
Hegbee e Wells (1972)	J. of Personality and Social Psychology	1969	76
Levenson, Gray e Ingram (1976)	J. of Personality and Social Psychology	1973	72
Levenson, Gray e Ingram (1976)	Journal of Personality	1973	74
Sears (1986)	J. of Personality and Social Psychology Personality and Social Psychology Bulletin Journal of Experimental Social Psychology	1980	82

VALIDITA' ESTERNA

- Caratteristiche dei soggetti volontari rispetto ai non volontari, secondo vari studi:
 - livello istruzione superiore
 - status occupazionale migliore
 - QI più elevato
 - più sicuri di sé
 - maggiore bisogno di approvazione
 - minor grado di autoritarismo
 - più attenti e informati, specie su ambiente e sociale
- In particolare gli studenti universitari, così spesso utilizzati come soggetti di ricerca:
 - maggiori abilità cognitive
 - più interessati agli obiettivi della ricerca
 - minor cristallizzazione degli atteggiamenti
 - concetto di sé scarsamente definito
 - tendenza più marcata ad accondiscendere all'autorità
 - relazioni più instabili con il gruppo dei pari

VALIDITA' ESTERNA

■ Validità Ecologica

- Grado di generalizzabilità dei risultati all'ambiente reale in cui il fenomeno di interesse si manifesta (condizioni di vita, ambiente naturale, in vivo, ...)
- La validità ecologica richiede che soggetti e contesti della ricerca siano rappresentativi a livello comportamentale e funzionale cioè riproducano le dinamiche del fenomeno (sociale, psicologico, ...) nel mondo reale.
- Esistono due interpretazioni della validità ecologica
- Solo una ricerca sul campo, che non modifica in alcun modo il comportamento dei soggetti, ha validità ecologica.
 - Artificialità degli esperimenti: le caratteristiche del laboratorio (condizioni ambientali inconsuete, la presenza di oggetti sconosciuti, l'intervento degli sperimentatori, dover assumere posizioni innaturali, ...) contribuiscono a ottenere risposte diverse (reazioni, prestazioni, ...) dai soggetti
 - L'attività percettiva in laboratorio risulta alterata nelle proprie peculiarità, per cui i risultati non possono essere rappresentativi della percezione umana normale
 - Al variare dell'ambiente, alcune categorie di soggetti in particolare (es. i bambini) a cui è stato assegnato uno stesso compito, reagiscono in modo completamente differente

VALIDITA' ESTERNA

- L'importante è che lo sperimentatore conosca il modo in cui il soggetto percepisce l'ambiente sperimentale.
 - Non ha molta importanza che la situazione sia artificiosa: ciò che importa è che il ricercatore ne sia consapevole ed abbia incluso nel disegno sperimentale tale variabile.
 - Non basta portare al di fuori del laboratorio il compito da eseguire: anche un compito svolto in ambiente naturale può essere vissuto dal soggetto in modo altrettanto artificiale di un esperimento in laboratorio.
 - Occorre tener conto della percezione soggettiva del soggetto sperimentale sia verso il compito che verso l'ambiente.
 - Molti fenomeni non sarebbero stati identificati se ci si fosse limitati alle condizioni di vita normale: distinzione tra obiettivo di verifica e obiettivo di scoperta.
- Trade-off tra aspetti della validità: ad una situazione (setting e metodo di ricerca) con max validità interna può corrispondere min validità esterna o ecologica

VALIDITA' STATISTICA

- Grado di probabilità che i risultati ottenuti nel campione non siano casuali, cioè dovuti a coincidenze fortuite anziché riflettere il vero andamento del fenomeno nella popolazione.
- La teoria della verifica *statistica* delle ipotesi è un approccio per valutare se ritenere accettabile o meno una determinata ipotesi sulla base dell'evidenza empirica disponibile.
- Si parla di verifica *statistica* dell'ipotesi essendo l'evidenza empirica sempre di natura campionaria:
 - sia perché non è possibile osservare tutta la "popolazione",
 - sia perché lo strumento stesso produce misure affette da errore casuale.
- Una ipotesi statistica è un enunciato di natura **quantitativa** su una o più caratteristiche di un fenomeno o di una popolazione (in ultima analisi di una distribuzione).
 - ipotesi sui parametri di una popolazione, come la tendenza centrale, la variabilità, la frequenza di un carattere
 - ipotesi sulla dipendenza tra due variabili,
 - ipotesi sul confronto tra due o più popolazioni.

$$\begin{cases} H_0: \theta = \theta_0 \\ H_1: \theta \neq \theta_0 \end{cases}$$

VALIDITA' STATISTICA

- I dati raccolti sono caratterizzati da una variabilità che dipende da:
 - variabilità naturale del fenomeno: le differenze tra i soggetti, che possiamo ritenere determinate dal complesso delle variabili indipendenti e di quelle di disturbo
 - imprecisione del processo di misura: fluttuazioni dello strumento, imprecisione nell'applicazione del protocollo di osservazione, ...
 - chiamiamo **caso** l'effetto di una molteplicità di fattori singolarmente ininfluenti e non analizzabili, che si sommano dando luogo ad una distribuzione normale.
- Lo scostamento del risultato empirico da quello atteso può quindi:
 - essere dovuto al fatto che l'ipotesi è sbagliata,
 - oppure può essere dovuto al caso benché l'ipotesi sia effettivamente vera.
- Tuttavia, se il risultato dell'osservazione è "lontano" da quello previsto secondo l'ipotesi, allora è improbabile che l'ipotesi sia vera (cioè che tale discostamento sia imputabile al caso).
- Il problema diventa quindi come **quantificare** il grado di accordo/disaccordo del risultato osservato con quanto previsto dall'ipotesi, e di disporre infine di una regola di accettazione/rifiuto dell'ipotesi.

VALIDITA' STATISTICA

- Il punto di arrivo della verifica statistica dell'ipotesi è la determinazione della significatività dell'ipotesi in oggetto
- La significatività dell'ipotesi permette di valutare se l'evidenza empirica disponibile è sufficiente per portare al rifiuto dell'ipotesi:
 - la significatività osservata (α osservato o p-value) è la probabilità di rifiutare l'ipotesi se essa è vera, calcolata in base al risultato empirico
 - la significatività osservata costituisce una misura di verosimiglianza dell'ipotesi
 - se tale valore è piccolo ($< 0,05$ oppure $< 0,01$) si ritiene non verosimile che l'ipotesi possa essere vera in presenza di una tale evidenza empirica
 - in altri termini, si ritiene troppo improbabile che una tale evidenza empirica contraria all'ipotesi possa essere puro effetto del caso

	Ipotesi Vera	Ipotesi Falsa
Accetto	OK	Errore II tipo
Rifiuto	Errore I tipo	OK

VALIDITA' STATISTICA

- Fattori di compromissione
- Tutti i fattori che aumentano l'errore di misura, riducendo la precisione delle stime:
 - all'aumentare della varianza della stima, l' α osservato cresce e quindi aumenta la verosimiglianza dell'ipotesi nulla, rendendo non significativa la differenza osservata dal valore atteso
 - aumenta così la probabilità di commettere un errore di II tipo, cioè il test perde *potenza*, cioè in sostanza non riesce più a discriminare tra ipotesi H_0 e alternativa
- La violazione degli assunti sui quali si basa lo sviluppo formale del metodo e, in particolare, il calcolo della distribuzione della statistica test:
 - ne risulta di solito una sovrastima della potenza del test e una sottostima dell' α osservato, che induce quindi a ritenere significative differenze dall'atteso che in realtà non lo sono
 - ad es., nel caso dell'analisi della varianza classica, devono essere rispettati i seguenti assunti:
 - normalità della distrib. della variabile dipendente in ciascun gruppo
 - omoschedasticità dei gruppi
 - indipendenza delle osservazioni dei diversi gruppi