

Metodi Statistici per la Neuropsicologia Forense

La cornice teorica

Giorgio Arcara,
Università di Padova
IRCCS San Camillo, Venezia



"We may say that measurement, in the broadest sense, is defined as the assignment of numerals to objects or event, according to rules."

Stevens (1946)

"We may say that measurement, in the broadest sense, is defined as the assignment of numerals to objects or event, according to rules."

Stevens (1946)

Questa è stata una definizione estremamente popolare che tuttora domina la neuropsicologia

Una definizione di misurazione da filosofia e fisica

Non si misurano oggetti ma *proprietà* di oggetti:

“Sia O un certo insieme di oggetti caratterizzati dall'avere la proprietà P e sia \mathbb{R} l'insieme dei numeri Reali i quali possono essere ordinati in accordo al criterio “essere maggiore o uguale a”, si definisce misurazione:

Chiamiamo O_p l'insieme di oggetti tali che si crei un “omomorfismo” tra (O_p, \succsim) e (\mathbb{R}, \geq) .

Dove \succsim indicano *relazioni d'ordine empirico* (oggetti fisici) e \geq *relazioni d'ordine numerico*”

Boniolo e Vidali, Filosofia della scienza, p. 321

Limiti della definizione di Stevens

[illegible]

Esaminiamo il MoCa:

Limiti della definizione di Stevens

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
ITALIA

COGNOME: _____
SOGGETTO: _____ DATA DI NASCITA: _____
SESSO: _____ DATA: _____
Cognome: _____
Nome: _____

PROSPETTIVA E PERCEZIONE

Figura 1: Prospettiva e percezione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Prospettiva e percezione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Prospettiva e percezione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Prospettiva e percezione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Prospettiva e percezione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Prospettiva e percezione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

ORIENTAMENTO

Figura 1: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

VERBALE

Figura 1: Verbale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Verbale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Verbale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Verbale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Verbale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Verbale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

ATTENZIONE

Figura 1: Attenzione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Attenzione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Attenzione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Attenzione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Attenzione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Attenzione. Osservare la figura e rispondere alle domande.

LINGUAGGIO

Figura 1: Linguaggio. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Linguaggio. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Linguaggio. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Linguaggio. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Linguaggio. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Linguaggio. Osservare la figura e rispondere alle domande.

ASPAGNARE

Figura 1: Aspaginare. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Aspaginare. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Aspaginare. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Aspaginare. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Aspaginare. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Aspaginare. Osservare la figura e rispondere alle domande.

RICORDO IMMEDIATO

Figura 1: Ricordo immediato. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Ricordo immediato. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Ricordo immediato. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Ricordo immediato. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Ricordo immediato. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Ricordo immediato. Osservare la figura e rispondere alle domande.

RICORDO REMOTO

Figura 1: Ricordo remoto. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Ricordo remoto. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Ricordo remoto. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Ricordo remoto. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Ricordo remoto. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Ricordo remoto. Osservare la figura e rispondere alle domande.

ORIENTAMENTO

Figura 1: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Orientamento. Osservare la figura e rispondere alle domande.

TOTALE

Figura 1: Totale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 2: Totale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 3: Totale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 4: Totale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 5: Totale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Figura 6: Totale. Osservare la figura e rispondere alle domande.

Esaminiamo il MoCa:

Cosa notate nei punteggi delle parti che lo compongono?

Cosa notate nei compiti?

Limiti della definizione di Stevens

Supponiamo di avere un tavolo che sia lungo 40 cm, mentre un'altro tavolo è lungo 20 cm. Concludereste che il tavolo è lungo il doppio dell'altro?

Limiti della definizione di Stevens

Supponiamo di avere un tavolo che sia lungo 40 cm, mentre un'altro tavolo è lungo 20 cm. Concludereste che il tavolo è lungo il doppio dell'altro? Supponiamo ad un test di memoria una persona ottiene

40, mentre un'altra 20. Vi sentireste di concludere che quella persona ha il doppio della memoria dell'altra.

Limiti della definizione di Stevens

Supponiamo di avere un tavolo che sia lungo 40 cm, mentre un'altro tavolo è lungo 20 cm. Concludereste che il tavolo è lungo il doppio dell'altro? Supponiamo ad un test di memoria una persona ottiene

40, mentre un'altra 20. Vi sentireste di concludere che quella persona ha il doppio della memoria dell'altra. Spesso la misurazione

in psicologia/neuropsicologia non rispetta alcuni principi di misurazioni più rigide (es. fisica)

Un concetto che emerge spesso quando si parla di misurazione, di test, di statistica è quello di oggettività.

Un concetto che emerge spesso quando si parla di misurazione, di test, di statistica è quello di oggettività. I test infatti vengo spesso considerati più “oggettivi”. Vale la pena quindi approfondire questo concetto

Un concetto che emerge spesso quando si parla di misurazione, di test, di statistica è quello di oggettività. I test infatti vengo spesso

considerati più “oggettivi”. Vale la pena quindi approfondire questo concetto Definiamo qui oggettività come una proprietà che si

applica ad una valutazione, ad un test, o come *l'indipendenza dell'esaminatore dal risultato*

“L'esame neuropsicologico forense viene spesso considerato un esame oggettivo del funzionamento cognitivo. In un'ideale gerarchia delle sorgenti d'evidenza, tale esame si collocherebbe molto più in alto rispetto alle evidenze cliniche più o meno sofisticate (self-reports, informant-based reports, interviste cliniche, rating scales, ecc.), e dovrebbe pertanto essere “promosso” a rango più elevato (al pari degli esami biochimici, radiologici, ecc.). Dopo che il clinico ha esaminato il soggetto e ha formulato le sue ipotesi preliminari, chiede agli esami strumentali di confermarle, confutarle o correggerle attraverso dati oggettivi, indipendenti sia dal giudizio dell'esaminatore e dalle sue distorsioni, sia da ogni variabile estranea all'oggetto d'indagine, in particolare dalle contaminazioni dovute alla soggettività dell'esaminato.”

Copia verbatim da Stracciari, Bianchi, Sartori (2010); Neuropsicologia Forense

Il concetto di oggettività verrà ripreso più avanti, specie con *inter-rater agreement*

Cosa sono i test

“Un test è una **procedura sistematica** per l'**osservazione del comportamento** di una persona e per la sua **descrizione con l'aiuto di una scala numerica** o un sistema di categorie”

(Cronbach, 1990, p.32)

Cosa sono i test

“Un test è una **procedura sistematica** per l'**osservazione del comportamento** di una persona e per la sua **descrizione con l'aiuto di una scala numerica** o un sistema di categorie”

(Cronbach, 1990, p.32)



L'interesse non è mai nel comportamento in sé ma nel **costrutto** misurato da quel comportamento.

Cosa sono i test

“Un test è una **procedura sistematica** per l'**osservazione del comportamento** di una persona e per la sua **descrizione con l'aiuto di una scala numerica** o un sistema di categorie”

(Cronbach, 1990, p.32)



L'interesse non è mai nel comportamento in sé ma nel **costrutto** misurato da quel comportamento.

Costrutto: un concetto psicologico non osservabile

Cosa sono i test

I test cognitivi/neuropsicologi utilizzati in forense, sono test di performance massima (o prestazione massima)

(Cronbach, 1990)

Cosa sono i test

I test cognitivi/neuropsicologi utilizzati in forense, sono test di performance massima (o prestazione massima)

(Cronbach, 1990)

Essi presentano alcune caratteristiche (che discuteremo nel corso). Sono diversi da questionari o test di *risposta tipica*.

Cosa sono i test

I test cognitivi/neuropsicologi utilizzati in forense, sono test di performance massima (o prestazione massima)

(Cronbach, 1990)

Essi presentano alcune caratteristiche (che discuteremo nel corso). Sono diversi da questionari o test di *risposta tipica*.

La maggior parte dei test a cui ci faremo riferimento sono quelli di performance massima perché ritenuti più rilevanti recentemente nella valutazione forense

Esempio:

Consideriamo il test Linguaggio Figurato 1.

Il paziente un punteggio finale di 10.

Cosa indica questo numero?

Esempio:

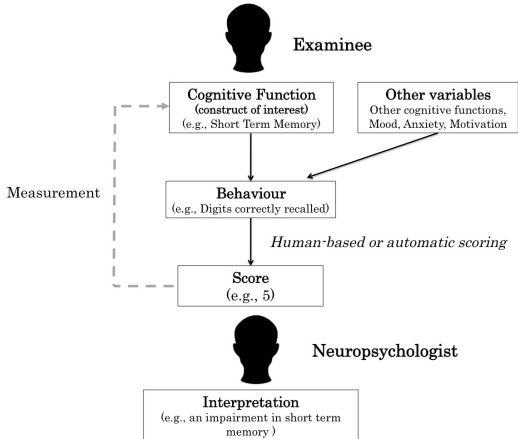
Consideriamo il test Linguaggio Figurato 1.

Il paziente un punteggio finale di 10.

Cosa indica questo numero?

Il comportamento è l'*indicatore di un costrutto* (con costrutto indico genericamente un concetto psicologico non direttamente osservabile)

Cosa sono i test



(Da Mondini, Cappelletti, Arcara, 2022)

Costrutto: Concetto psicologico non osservabile direttamente

Un esempio di test. Rivediamo l'esempio di Linguaggio Figurato 1

Classical Test Theory

La **Teoria Classica dei test (Classical Test Theory, CTT)** È un insieme di concetti di teoria di psicometria legati allo sviluppo di test psicologici. Spesso si basa su principi di misurazione come quello di Stevens

Classical Test Theory

La **Teoria Classica dei test (Classical Test Theory, CTT)** È un insieme di concetti di teoria di psicometria legati allo sviluppo di test psicologici. Spesso si basa su principi di misurazione come quello di Stevens

Fanno parte della CTT, concetti come Validità e Affidabilità.

Classical Test Theory

La **Teoria Classica dei test (Classical Test Theory, CTT)** È un insieme di concetti di teoria di psicometria legati allo sviluppo di test psicologici. Spesso si basa su principi di misurazione come quello di Stevens

Fanno parte della CTT, concetti come Validità e Affidabilità.

La maggior parte dei test neuropsicologici (clinici e forensi), implicitamente o esplicitamente utilizzano principi e assunti di CTT.

Classical Test Theory

La **Teoria Classica dei test (Classical Test Theory, CTT)** È un insieme di concetti di teoria di psicometria legati allo sviluppo di test psicologici. Spesso si basa su principi di misurazione come quello di Stevens

Fanno parte della CTT, concetti come Validità e Affidabilità.

La maggior parte dei test neuropsicologici (clinici e forensi), implicitamente o esplicitamente utilizzano principi e assunti di CTT.

https://en.wikipedia.org/wiki/Classical_test_theory

Classical Test Theory

Il principio cardine della CTT è la seguente formula:

$$X = T + E$$

Classical Test Theory

Il principio cardine della CTT è la seguente formula:

$$X = T + E$$

X = punteggio osservato

T = punteggio vero

E = errore

Classical Test Theory

Il principio cardine della CTT è la seguente formula:

$$X = T + E$$

X = punteggio osservato

T = punteggio vero

E = errore

L'errore è indipendente dal punteggio vero.

I Limiti della Classical Test Theory

La Teoria classica dei test ha dei problemi intrinseci. Ne citiamo alcuni:

I Limiti della Classical Test Theory

La Teoria classica dei test ha dei problemi intrinseci. Ne citiamo alcuni:

- Abilità del soggetto e complessità/difficoltà del test sono confuse

Consideriamo il possibile errore in un punteggio di Linguaggio Figurato 1 pari a 8, 0, oppure di 15. L'errore è veramente indipendente dal punteggio vero?

I Limiti della Classical Test Theory

La Teoria classica dei test ha dei problemi intrinseci. Ne citiamo alcuni:

- Abilità del soggetto e complessità/difficoltà del test sono confuse
- Errore e punteggio vero non sono spesso realmente indipendenti

Consideriamo il possibile errore in un punteggio di Linguaggio Figurato 1 pari a 8, 0, oppure di 15. L'errore è veramente indipendente dal punteggio vero?

I Limiti della Classical Test Theory

La Teoria classica dei test ha dei problemi intrinseci. Ne citiamo alcuni:

- Abilità del soggetto e complessità/difficoltà del test sono confuse
- Errore e punteggio vero non sono spesso realmente indipendenti
- Problemi nella definizione di forme parallele (studieremo questo quando vedremo cambiamenti nel tempo)

Consideriamo il possibile errore in un punteggio di Linguaggio Figurato 1 pari a 8, 0, oppure di 15. L'errore è veramente indipendente dal punteggio vero?

Esempio script CTT

Vedi esempio da link

Item Response Theory

La Item Response Theory è una famiglia di metodi più avanzati che cercano di modellare in maniera indipendente la difficoltà del task e le abilità del soggetto.

Tra i modelli di IRT i più famosi (storicamente) sono i modelli di Rasch, che permettono di modellare test in cui gli item hanno risposta sì/no.

Item Response Theory

La Item Response Theory è una famiglia di metodi più avanzati che cercano di modellare in maniera indipendente la difficoltà del task e le abilità del soggetto.

Tra i modelli di IRT i più famosi (storicamente) sono i modelli di Rasch, che permettono di modellare test in cui gli item hanno risposta sì/no.

I modelli di IRT hanno un'importante assunzione che spesso è critica per test neuropsicologici e cioè l'unidimensionalità del costrutto.

Item Response Theory

La Item Response Theory è una famiglia di metodi più avanzati che cercano di modellare in maniera indipendente la difficoltà del task e le abilità del soggetto.

Tra i modelli di IRT i più famosi (storicamente) sono i modelli di Rasch, che permettono di modellare test in cui gli item hanno risposta sì/no.

I modelli di IRT hanno un'importante assunzione che spesso è critica per test neuropsicologici e cioè l'unidimensionalità del costrutto.

Si assume che il costrutto misurato dal test sia rappresentabile lungo un'unica dimensione (non sia la combinazione di più costrutti).

Item Response Theory

Esempio formula Modelli di Rasch (la cito per completezza):

<i>Rasch Model</i>	$P_{ij}(\theta, b_i) = \frac{\exp(\theta_j - b_i)}{1 + \exp(\theta_j - b_i)}$	<i>Where, θ = ability b_i = difficulty parameter</i>
--------------------	---	---

<https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/item-response-theory>

Item Response Theory – Rasch models

		Items:			
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
People:	1	1	0	1	1
	2	1	1	0	0
	3	1	0	0	0
	4	0	1	1	1
	5	1	1	1	0
	6	1	1	0	1
	7	1	1	1	1
	8	1	0	1	0
	9	1	1	1	1
	10	1	1	0	0

Per costruire modelli di Rasch/IRT si parte spesso da matrici di questo tipo.

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Sebbene I modelli di IRT siano psicometricamente più rigorosi, in questo corso parlerò praticamente sempre di CTT perché la quasi totalità. Di test disponibili per Neuropsicologia Clinica e forense sono sviluppati secondo questo principio (e non con IRT).

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Perché non ci sono test sviluppati IRT, se sono più rigorosi?

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Perché non ci sono test sviluppati IRT, se sono più rigorosi?

Un misto di aspetti teorici e praticità

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Perché non ci sono test sviluppati IRT, se sono più rigorosi?

Un misto di aspetti teorici e praticità

- Sviluppare test con IRT è più costoso (e può andare più facilmente male)

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Perché non ci sono test sviluppati IRT, se sono più rigorosi?

Un misto di aspetti teorici e praticità

- Sviluppare test con IRT è più costoso (e può andare più facilmente male)
- spesso I costrutti neuropsicologici per forense violano quasi per definizione l'unidimensionalità.

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Perché non ci sono test sviluppati IRT, se sono più rigorosi?

Un misto di aspetti teorici e praticità

- Sviluppare test con IRT è più costoso (e può andare più facilmente male)
- spesso I costrutti neuropsicologici per forense violano quasi per definizione l'unidimensionalità.
- talvolta ad una diversa procedura, comunque IRT e CTT possono portare a risultati molto simili (Hula et al., 2006)

Classical Test Theory vs Item Response Theory

L'assunto di unidimensionalità, assume che:

- gli Item possano essere ordinati secondo la loro difficoltà e che
- la probabilità di rispondere correttamente ad un Item rifletta (più o meno) alla sua difficoltà: più un item è difficile meno probabile è rispondere correttamente.

Questo è facile pensarlo per test che includano item in cui è facile gradare la difficoltà (es. esercizi di matematica), ma con un test neuropsicologico?

Classical Test Theory vs Item Response Theory

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
- ITALIA -

NOVITÀ:
Soggetti:
Data di nascita:
Data:

VERBALE (SCRITTO)

Disegna un cubo (punti e chiavi)
(punti)

PERCEZIONE

MEMORIA

ATTENZIONE

LINGUAGGIO

ASSIMILAZIONE

ORIENTAMENTO

TOTALE

www.mocaitalia.org

È facile gradare gli item del moca per difficoltà?

Classical Test Theory vs Item Response Theory

Un aspetto teoricamente importante è che il neuropsicologo deve sapere che ogni singola prova coinvolge l'utilizzo di più di una funzione cognitiva. Per esempio, un 'Test di memoria' implica un certo grado di attenzione e non può prescindere dalle abilità di comprensione verbale; le prove di attenzione richiedono l'utilizzo di strategie cognitive che ottimizzano la prestazione o abilità di percezione visiva; il Disegno dell'orologio richiede abilità di pianificazione, capacità prassiche oltre a capacità di rappresentazione. Pertanto a ogni test non corrisponde un'unica e specifica funzione, anche se è evidente che ogni prova coinvolge maggiormente un'abilità cognitiva. In generale, possiamo dire che le prove dell'ENB-2, nel loro complesso, valutano aspetti diversi di processi cognitivi, quali: accesso e selezione lessicale, comprensione verbale, astrazione verbale, attenzione selettiva, attenzione divisa, attenzione sostenuta e attenzione alternata, funzioni esecutive di controllo, memoria a breve termine, memoria a lungo termine, memoria di lavoro, abilità prassiche, riconoscimento visivo, ragionamento logico.

I costrutti misurati tramite i test neuropsicologici

Costrutto: Concetto psicologico non osservabile direttamente

Quali sono i tipici costrutti misurati dai test neuropsicologici?



I test neuropsicologici misurano costrutti di diverso tipo