

PROBLEMI E METODOLOGIE STATISTICHE DI MISURAZIONE DI FENOMENI COMPLESSI TRAMITE INDICATORI E INDICI SINTETICI

Mary Fraire

1. PREMESSA

Dal punto di vista statistico la connotazione di indicatore anziché di indice sottolinea un aspetto importante della misurazione statistica di un dato fenomeno sociale o concetto tramite indicatori: le variabili, quantitative e/o qualitative, scelte per la rilevazione empirica si riferiscono a un fenomeno o concetto non direttamente empiricamente osservabile, sottostante alle variabili stesse e solo indirettamente ad esse legato.

Prendiamo, ad esempio, il caso di voler graduare gli individui di una data collettività in base al loro atteggiamento o opinione o sensazione (di soddisfazione-insoddisfazione, benessere-malessere, accordo-disaccordo, ecc.) nei confronti di un dato fenomeno o argomento (la salute, il lavoro, i servizi sociali, un dato prodotto, il razzismo, la guerra, ecc.).

E' noto che se formuliamo un'unica domanda essa fornisce risposte spesso scarsamente attendibili, scarsamente correlate con il fenomeno cui la domanda si riferisce ed altamente correlate invece con fattori esterni, precedenti esperienze personali, reattività all'intervistatore o all'intervista nel suo complesso, ecc. Occorre allora ricorrere a batterie di domande o items (affermazioni-stimoli) che abbiano un'attinenza *indiretta* con il fenomeno da rilevare empiricamente.

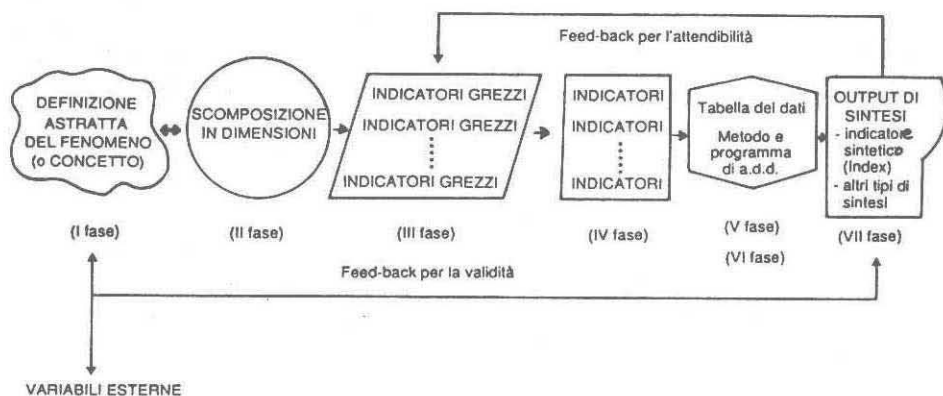
Ma anche al di là di misurazioni empiriche basate su dati qualitativi, di tipo soggettivo-percettivo come quelli ora detti, occorre tener conto della complessità crescente dei fenomeni sociali da rilevare la cui natura ha carattere prevalentemente qualitativo, multifattoriale, sociale.

Tale complessità richiede allora per la rilevazione empirica l'impiego di molte variabili che, anche se di natura quantitativa e singolarmente empiricamente osservabili (ad esempio la salute fisica esprimibile tramite una serie di variabili oggettive come la pressione sanguigna, il battito cardiaco, il tasso di colesterolemia, ecc., accertabili mediante analisi cliniche) nel loro *insieme* sono variabili indicatori del fenomeno complesso considerato (ad esempio la salute) che è una varia-

bile concettuale non direttamente empiricamente osservabile perché non definibile in modo unico, non avente un'unica operatività (ad esempio è impensabile una definizione di salute unica, operativa sia per cardiologi che fisioterapisti, epidemiologi, ematologi, medici sociali ecc.), non unanimemente accettabile in popolazioni e contesti socio-culturali diversi.

Ciò pone in rilievo l'importanza di rendere quanto più possibile esplicito il processo logico-concettuale di passaggio dalla definizione astratta del fenomeno sociale o concetto agli indicatori empirici affinché essi siano misure statisticamente valide (rappresentino effettivamente un dato concetto teorico) e attendibili (ripetibili e consistenti).

Molto schematicamente è possibile rappresentare le fasi del processo logico-concettuale di passaggio dalla definizione astratta del fenomeno sociale o concetto agli indicatori empirici secondo lo schema seguente:



Fonte: nostra elaborazione

Nella letteratura internazionale riguardante, ad esempio, gli *indicatori sociali* (nati negli USA alla fine degli anni '50 e dieci anni più tardi negli altri paesi industrializzati avanzati ad alto impiego della tecnologia) particolarmente significative sono le ricerche, studi e indagini per la misurazione della Qualità della Vita (QdV) o del benessere sociale, tramite indicatori e indici sintetici ⁽¹⁾. Nacquero infatti due diversi approcci alla misurazione della QdV basati su due diversi tipi di indicatori: indicatori sociali *oggettivi* o *oggettivi-normativi* e indicatori sociali *soggettivi-percettivi*. Si trattò inizialmente, soprattutto negli anni '60 e '70, di due diversi modi (originariamente contrastanti) di definire concettualmente il benessere sociale e la QdV; dagli anni '80 tali due diversi approcci per la rilevazione empirica sono divenuti complementari ed inseriti entrambi in modelli causali

⁽¹⁾ Cfr. *Gli indicatori sociali per la misurazione della QdV* in M. Fraire e F. Terranova, "Manuale di Statistica e Programmazione sanitaria", Ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1983.

complessi.

In generale, non esiste soprattutto in ambito sociale un linguaggio osservativo indipendente dal linguaggio della teoria essendo l'osservazione *intricata* con la teoria. Ciò significa che di uno stesso fenomeno sociale (es. salute, intelligenza, QdV, ecc.) è possibile dare diverse definizioni che portano a diverse misurazioni empiriche. Inoltre, una stessa definizione potrebbe essere misurata con indicatori empirici diversi e portare ugualmente agli stessi risultati. Esiste un *gap* tra concetti e misure empiriche non colmabile con la logica del certo, regole uniche.

Se accettiamo allora come fattore intrinseco delle discipline sociali tale *relazione* del sistema di riferimento impiegato-impiegabile per la misurazione statistica, assume, a nostro avviso, particolare importanza ai fini del mantenimento del carattere di scientificità della misurazione stessa (ripetibile da chiunque nelle stesse condizioni, controllabile) la maggior esplicitazione possibile del processo logico concettuale mediante il quale viene tradotta la definizione teorica del fenomeno (non osservabile empiricamente in modo diretto) in indicatori (empiricamente osservabili) o in una loro sintesi in valori unici, indici sintetici.

In particolare, l'approccio metodologico-statistico, tra i tanti possibili ed esistenti, che qui si propone è quello di cercare di affrontare la suddetta specificazione delle fasi del processo di misurazione statistica di un fenomeno tramite indicatori e indici sintetici in termini formali espliciti. Più precisamente, di cercare che tale specificazione possa assumere la forma di una teoria ausiliaria alla misurazione statistica.

Nel seguito si farà riferimento alla misurazione statistica di un fenomeno complesso tramite *indici sintetici* essendo quelli di maggior interesse sia per l'investigazione scientifica che per la ricerca applicata.

2. DEFINIZIONE STATISTICA DI INDICE SINTETICO O INDICATORE COMPOSTO (INDEX)

Un indice sintetico (o indicatore composto) è una misura unica, un unico valore ottenuto tramite un'opportuna combinazione (non necessariamente lineare) degli indicatori semplici, per ciascuna unità statistica del collettivo considerato.

Data, ad esempio, la seguente matrice dei dati $Z_{n,k}$:

N	$K1$	$K2$	KJ	KK
1	Z_{11}	$Z_{12} \dots Z_{1j} \dots$	Z_{1k}	
2	Z_{21}	$Z_{22} \dots Z_{2j} \dots$	Z_{2k}	
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
i	Z_{i1}	$Z_{i2} \dots Z_{ij} \dots$	Z_{ik}	
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
n	Z_{n1}	$Z_{n2} \dots Z_{nj} \dots$	Z_{nk}	

in cui N è l'insieme degli individui i ($i = 1, 2, \dots, n$) o unità statistiche considerate, K è l'insieme degli indicatori KJ ($J = 1, 2, \dots, k \ll n$) (qualitativi e/o quantitativi) scelti per osservare empiricamente un dato fenomeno o concetto e z_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k$) è la determinazione assunta nell' i -mo individuo dal j -mo indicatore in forma standardizzata (media 0 e varianza unitaria).

L'indice sintetico, s_i ($i = 1, 2, \dots, n$), consente di esprimere ciascuna unità statistica $i \in N$ mediante un unico valore anziché un insieme di K valori, ossia di passare dalla matrice dei dati $Z_{n,k}$ di dimensione $(n \times k)$ ad una matrice S_n di dimensione $(n \times 1)$ qualora si calcoli un solo indice sintetico per tutti gli indicatori semplici considerati; se invece si rendesse necessario calcolare più indici sintetici, a causa della multidimensionalità del fenomeno considerato, si passerà dalla matrice dei dati di dimensione $(n \times k)$ ad una matrice $S_{n,r}$ di dimensione $(n \times r \ll k)$. Ossia si avrebbero rispettivamente le seguenti due possibili matrici:

N	S	N	$S^{(1)}$	$S^{(2)}$	\dots	$S^{(r)}$
1	s_1	1	$s_{1,1}$	$s_{1,2}$	\dots	$s_{1,r}$
2	s_2	2	$s_{2,1}$	$s_{2,2}$	\dots	$s_{2,r}$
.		.	\dots	\dots	\dots	\dots
$S_n =$.	$S_{n,r} =$	\dots	\dots	\dots	\dots
.	.	.	\dots	\dots	\dots	\dots
.	.	.	\dots	\dots	\dots	\dots
n	s_n	n	$s_{n,1}$	$s_{n,2}$	\dots	$s_{n,r}$

In particolare, se supponiamo, ad esempio, di ottenere un unico indice sintetico S come combinazione lineare degli indicatori KJ ($j = 1, 2, \dots, k$) con dei pesi $w_i^{(j)}$ ($i = 1, 2, \dots, k; j = 1$), da attribuirsi a ciascun indicatore secondo diversi possibili criteri statistici, gli indicatori composti per l'intero collettivo N delle unità statistiche considerate sono dati da:

$$S_n = Z_{n,k} \cdot W_k \quad (1)$$

in cui S_n è il vettore $(n \times 1)$ degli indici sintetici, nel caso si sia calcolato un solo indice sintetico per tutti gli indicatori considerati, $Z_{n,k}$ è la matrice $(n \times k)$ dei dati standardizzati e W_k è il vettore $(k \times 1)$ dei pesi w_i ($i = 1, 2, \dots, k$).

Il generico indicatore composto s_i , riferito ad una singola unità statistica i -ma è dato da:

$$s_i = Z_{i1} w_1 + Z_{i2} w_2 + \dots + Z_{ik} w_k \quad (2)$$

in cui s_i è l'indice sintetico dell'unità statistica i -ma, Z_j ($j = 1, 2, \dots, k$) sono

le determinazioni assunte dai k indicatori nell'unità statistica i -ma, in forma standardizzata e w_i ($i = 1, 2, \dots, k$) sono i pesi attribuiti a ciascun indicatore KJ ($j = 1, 2, \dots, k$).

Nel caso in cui si calcolino più indici sintetici, ad esempio r con $r \ll k$, a causa della multidimensionalità del fenomeno complesso considerato, le espressioni (1) e (2) diventano rispettivamente:

$$S_{n,r} = Z_{n,k} \cdot W_{k,r} \tag{3}$$

in cui $S_{n,r}$ è la matrice ($n \times r \ll k$) degli indici sintetici; $Z_{n,k}$ è la matrice ($n \times k$) dei dati standardizzati e $W_{k,r}$ è la matrice ($k \times r$) dei pesi $w_i^{(j)}$ ($i = 1, 2, \dots, k$; $j = 1, 2, \dots, r$).

Per una singola unità statistica i -ma anziché un solo indicatore composto si avrà in questo caso un vettore S di indicatori composti:

$$S'_r = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{ir}) \tag{4}$$

in cui:

$$\begin{aligned} s_{i1} &= Z_{i1} w_1^{(1)} + Z_{i2} w_2^{(1)} + \dots + Z_{ik} w_k^{(1)} \\ s_{i2} &= Z_{i1} w_1^{(2)} + Z_{i2} w_2^{(2)} + \dots + Z_{ik} w_k^{(2)} \\ &\dots \\ &\dots \\ s_{ir} &= Z_{i1} w_1^{(r)} + Z_{i2} w_2^{(r)} + \dots + Z_{ik} w_k^{(r)} \end{aligned}$$

L'indicatore composto S (facendo riferimento per semplicità al caso di un solo indice sintetico per tutti gli indicatori considerati estendibile facilmente al caso multiplo) nel collettivo d'indagine (o sue sub-categorie ad esempio secondo il sesso, l'età, la professione ecc.) assume diversi valori, come indicato nell'espressione (1), esso pertanto è un carattere statistico semplice caratterizzato da una distribuzione statistica (per l'intero collettivo o sue subcategorie), da misure della variabilità (ad esempio varianza, quantili, ecc.) interpretabili in questo caso come misure di variabilità dell'indice sintetico-medio nel collettivo considerato.

Disponendo di un solo indice sintetico anziché k indicatori è possibile operare confronti tra popolazioni in tempi e/o luoghi diversi. Infine, si può inserire la variabile o mutabile S in modelli causali complessi (ad esempio regressioni multiple, *path analysis*, ecc.).

La costruzione di misure sintetiche di fenomeni complessi riveste quindi una notevole importanza sia nella ricerca sociale in genere che in particolare nella ricerca applicata dato il carattere di maggiore operatività degli indici sintetici rispetto agli indicatori semplici.

Come già precedentemente osservato, tuttavia, affinché gli indici sintetici abbiano effettivamente carattere di operatività, è necessario che essi siano co-

struiti con dei criteri di ottimalità dal punto di vista statistico, di carattere oggettivo, proprio per la relatività e non assolutezza delle misurazioni sintetiche di fenomeni complessi. In altri termini è importante dal punto di vista statistico che nell'attribuire i pesi $w_i^{(j)}$ ai singoli indicatori empirici si disponga di misure-criteri statistici per la stima del grado di validità ed attendibilità degli indici sintetici ottenuti in base a quel dato modello statistico, ossia disporre-costruire una *teoria ausiliaria* corrispondente alla misurazione sintetica.

3. LA MISURAZIONE SINTETICA DI UN FENOMENO COMPLESSO

Molto schematicamente è possibile individuare due ordini di questioni che costituiscono la *teoria ausiliaria* per la costruzione di indici sintetici di fenomeni complessi:

a) Il livello di specificazione dei parametri delle relazioni statistiche (indipendenza, dipendenza, correlazione) tra: dimensioni (se il fenomeno si rivela multi-dimensionale); dimensioni e indicatori empirici; variabilità residue o specifiche degli indicatori; dimensioni, indicatori empirici ed indici sintetici. Si tratta in altri termini di esplicitare il *modello statistico* che è alla base della costruzione del o degli indici sintetici;

b) La stima statistica del grado di *attendibilità* e *validità* delle misure sintetiche ottenute.

Nei paragrafi che seguono si riportano, attraverso degli esempi, 4 diversi procedimenti statistici per la costruzione di indici sintetici facendo riferimento sia al caso di indicatori di tipo soggettivo-percettivo (§4) che di tipo oggettivo (§5).

4. ESEMPI. IL FENOMENO SOCIALE E GLI INDICATORI EMPIRICI IMPIEGATI

Per gli esempi di costruzione degli indici sintetici che seguono si sono utilizzati alcuni dati tratti da una ricerca classica della sociologia svolta negli USA (1) allo scopo di costruire una scala di atteggiamenti (indice sintetico) per misurare il liberalismo politico, l'ideologia politica, degli individui di date collettività. L'ideologia politica fu ipotizzata essere un continuum, un concetto unidimensionale andante dal conservatorismo al liberalismo.

Per la rilevazione empirica si scelsero 13 items (indicatori soggettivi-percettivi, del tipo affermazioni-stimoli) codificati a priori alla maniera delle scale di Likert. Riportiamo qui di seguito, a titolo di esempio, la codifica a priori di al-

(1) Cfr. D.J. ARMOR, *Theta reliability and factor scaling*, "Sociological Methodology 1973-1974", H.L. Costner Editor, Jossey-Bass, San Francisco, California, 1974.

cuni degli items impiegati indicandone l'ordine e ponendo un segno (-) davanti agli items in negativo.

(-) IT8 - Anche se è una disgrazia la guerra a volte è necessaria:

- (1) Quasi sempre d'accordo
- (2) Spesso d'accordo
- (3) Qualche volta d'accordo
- (4) Raramente d'accordo
- (5) In disaccordo

IT9 - Un'occupazione da parte di una potenza straniera è meglio di una guerra nucleare:

- (5) Quasi sempre d'accordo
- (4) Spesso d'accordo
- (3) Qualche volta d'accordo
- (2) Raramente d'accordo
- (1) In disaccordo

I 13 items del tipo su esemplificato furono quindi rilevati su un campione probabilistico di $N = 104$ professori universitari.

Qui di seguito illustreremo sullo stesso insieme di dati tre diversi procedimenti per la costruzione di indici sintetici di atteggiamento politico: uno basato sulla semplice somma dei punteggi; due basati sull'analisi fattoriale.

4.1 La costruzione di indici sintetici per semplice somma dei punteggi

Molto sinteticamente, il procedimento per la costruzione della scala di atteggiamenti (indicatore composto) basato sulla semplice somma dei punteggi attribuiti a ciascuno dei 13 items da ciascun individuo consiste nelle elaborazioni statistiche seguenti.

Si parte dalla matrice dei dati grezzi che nell'esempio in esame è costituita da una matrice (104×13) in cui i dati grezzi sono rappresentati dai punteggi, varianti da 1 a 5 per ciascun item, attribuiti da tutti gli intervistati a ciascun item (codificato *a priori* come illustrato precedentemente).

Occorre allora calcolare la matrice degli scarti centrati oppure la matrice degli scarti standardizzati.

Tali trasformazioni si rendono necessarie per poter graduare gli individui che nel collettivo considerato presentano valori dell'indice sintetico intermedi ai valori estremi assumibili dall'indice (min 13, max 65 sui punteggi in valore assoluto) e rendere interpretabili i valori ottenuti. Poiché, infatti, nella scala impiegata non esiste uno zero naturale, un punto neutrale del continuum, con tali trasformazioni si assume allora che la media possa essere considerata come l'atteggiamento tipico o medio del gruppo e che quindi i punteggi al di sopra

della media sono più favorevoli (liberali) e quelli al di sotto della media più sfavorevoli (conservatori).

L'indice sintetico, per ciascun individuo, si calcola quindi sommando per riga gli scarti centrati o gli scarti standardizzati ossia:

N	S
001	$s_1 = Z_{1,1} + Z_{1,2} + \dots + Z_{1,13}$
002	$s_2 = Z_{2,1} + Z_{2,2} + \dots + Z_{2,13}$
.
.
104	$s_{104} = Z_{104,1} + Z_{104,2} + \dots + Z_{104,13}$

Per verificare il grado di *attendibilità* dell'indice sintetico ottenuto (la consistenza dei risultati ottenuti con quell'indice sintetico in ripetute misurazioni, è un giudizio sullo strumento di misurazione) possono impiegarsi diversi criteri statistici. Nell'esempio in esame il criterio della *consistenza interna* è quello adatto al tipo di dati a disposizione (più indicatori dello stesso concetto nello stesso tempo) (2). In particolare dato il tipo di analisi statistica impiegata si può calcolare l'indice α di Cronbach che, con riferimento alla somma dei punteggi in forma standardizzata (3), nell'esempio considerato assume il valore $\alpha = 0.73$. Sebbene non vi sia una regola fissa, per scale di atteggiamenti che hanno un largo impiego il valore di α non dovrebbe essere molto inferiore a 0.8.

Per la verifica del grado di validità dell'indice sintetico (che esso misuri effettivamente quel dato concetto) non esistono a tutt'oggi metodi e tecniche statistiche sviluppate, costituenti un corpo teorico sistematico come sono invece i metodi e le tecniche statistiche per la verifica e misura del grado di attendibilità di un indice sintetico.

Occorre ricorrere quindi ad approcci ancora molto parziali ed empirici, basati sulla correlazione tra l'indice sintetico ed altre variabili-criterio esterne. Non ci soffermeremo tuttavia qui sull'argomento.

Si noti che con tale procedimento si dà per scontata la uni-dimensionalità dei 13 items considerati, ossia che essi siano indicatori di un unico concetto o

(2) Cfr. della scrivente *Validità ed attendibilità degli indicatori dal punto di vista statistico - La misurazione della salute tramite indicatori: aspetti statistici e metodologici*, in M. Callari Galli (a cura di), "Scegliendo la qualità", Ed. Unicopli, Milano 1988.

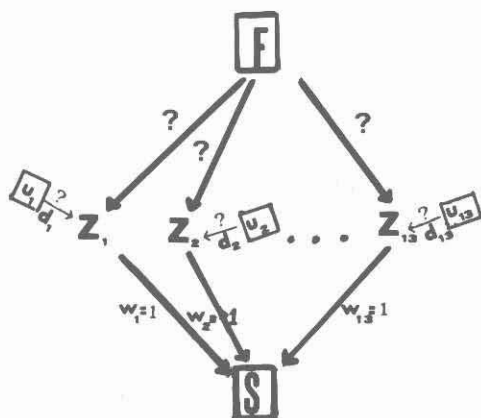
(3) L'indice α cui qui si fa riferimento, nel caso di punteggi in forma standardizzata, è dato da:

$$\alpha = \left(\frac{p}{p-1} \right) \left(2 \sum_{i < j} r_{ij} / p + 2 \sum_{i < j} r_{ij}^2 \right)$$

in cui p è il n° degli items ed r il coefficiente di correlazione tra l'item i e l'item j . Esso varia tra 0 (min attendibilità) e 1 (max attendibilità).

variabile teorica non direttamente osservabile (ideologia politica).

Impiegando il diagramma causale (*path diagram*) per l'esplicitazione della teoria ausiliaria alla misurazione sintetica ottenuta con il procedimento statistico di semplice somma dei punteggi (in forma standardizzata) si avrebbe la situazione seguente:



in cui i simboli hanno il seguente significato e in cui sono state riquadrate le quantità non empiricamente osservabili in modo diretto:

- F_j ($j = 1$): fattore comune, dimensione, variabile teorica non direttamente osservabile. Esempio: ideologia politica;
- f_{ij} ($i = 1, \dots, 13; j = 1$): peso fattoriale (*factor loading*) o coefficiente causale (*path coefficient*) dello indicatore Z_i ed il fattore comune F_j . Indica la correlazione tra la variabile Z_i ed il fattore comune F_j .
- u_i ($i = 1, \dots, 13$): fattore specifico o residuo dell'indicatore Z_i , variabilità residua non spiegata dalle f_{ij} . E' una variabile teorica non osservabile direttamente.
- d_i ($i = 1, \dots, 13$): coefficiente del fattore specifico o residuo dell'indicatore Z_i . Esso è deducibile dal modello statistico impiegato se sufficientemente specificato;
- Z_i ($i = 1, \dots, 13$): variabile osservabile, indicatore empirico in forma standardizzata. Esempio: 13 items sull'atteggiamento politico.
- $w_i^{(j)}$ ($i = 1, \dots, 13; j = 1$): peso dell'indicatore Z_i per ciascun fattore-dimensione j .
- $S^{(i)}$ ($i = 1$): indice sintetico o indicatore composto della variabile teorica non osservabile F .

Con tale procedimento, come si vede, sono molti i parametri (indicati con un punto interrogativo) delle relazioni statistiche che non sono stati specificati (ossia verificati empiricamente) pertanto l'attribuzione dei pesi $w_i^{(1)} = 1$ ($i = 1, 2, \dots, 13$) a ciascun indicatore empirico è aprioristica.

4.2 La costruzione di indici sintetici basati sull'analisi fattoriale

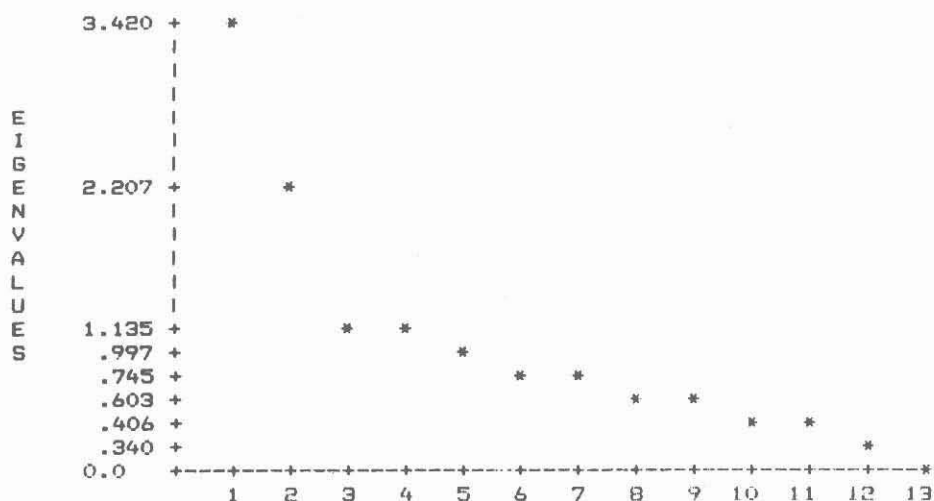
Si parte dalla matrice di correlazione $R_{k,k}$ ($k = 1, 2, \dots, k$ indicatori) che nell'esempio in esame è una matrice $R_{13,13}$ di correlazione tra i 13 items considerati in forma standardizzata. Si effettua su di essa un'analisi delle Componenti Principali (ACP), che qui daremo per nota. Si sarebbero potuti impiegare altri metodi di fattorizzazione della matrice di correlazione (ad esempio Massima Verosimiglianza, Alpha, ecc.); qui faremo riferimento a quello più largamente impiegato perché avente una serie di proprietà matematiche e statistiche desiderabili (ortogonalità dei fattori, non si fanno ipotesi *a priori* sul numero dei fattori, ecc.).

E' da notare tuttavia che esso manca di altri requisiti, disponibili con altri metodi (ad esempio varianza residua degli indicatori), altrettanto importanti anche se dotati di minori proprietà matematiche. Nella pratica, pertanto, andrebbero impiegati più modelli fattoriali (esempio ACP, AFC) scegliendo poi quello che risulta, in base a dati criteri statistici, più consistente con i dati empirici. Qui tuttavia, per semplicità, faremo riferimento ad uno soltanto.

Dalla fattorizzazione della matrice di correlazione dell'esempio considerato si è ottenuta la seguente matrice dei pesi fattoriali (*factor structure matrix*) della quale riportiamo solo i primi 4 fattori poiché i successivi presentavano autovalori minori di 1 ($\lambda_5 = 0.99679$) e quindi scarsamente significativi.

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
IT1	.74712	-.52549	.11563	-.02468
IT2	.53146	.27826	-.11082	-.09523
IT3	-.07210	-.04125	.70319	.51804
IT4	.50285	.29697	-.20949	.37101
IT5	.42331	.49966	-.51130	-.00652
IT6	.25324	.47397	.50644	-.22022
IT7	.36843	-.05509	.25931	-.74955
IT8	.58483	-.64495	-.03406	-.02775
IT9	.61699	-.18233	.11030	-.00470
IT10	.41257	.49475	-.00968	-.04546
IT11	.47129	-.64647	-.20376	.14296
IT12	.65648	.35637	.18420	.07092
IT13	.62933	.21841	.08287	.28360
Autovalori (λ_i)	3.41982	2.20741	1.24490	1.13430
Pct di var.	26,3	17,0	9,6	8,7
Cum. Pct	26,3	43,3	52,9	61,6

Tuttavia un'analisi dei pesi fattoriali (indicanti come è noto la correlazione tra la variabile ed il fattore) della matrice suddetta ed un esame dello *scree plot* seguente:

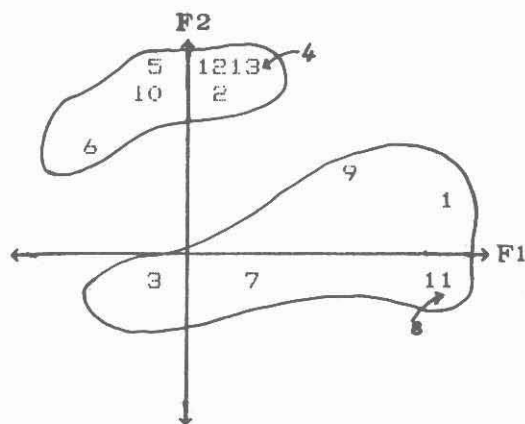


portavano alla ulteriore scelta per le analisi successive dei soli primi due fattori $F1$ e $F2$. Il fenomeno sociale complesso considerato (ideologia politica) risultava quindi statisticamente, in base agli indicatori empirici rilevati, costituito non di un solo concetto o dimensione ma di due concetti o dimensioni.

Per avere allora una maggiore *interpretabilità* dei due fattori emersi si è effettuata una *rotazione* dei primi due assi fattoriali impiegando in particolare la tecnica *varimax* (di tipo ortogonale).

Dalla matrice dei pesi fattoriali ruotati (*factor pattern matrix*), che per brevità qui non riportiamo, risultarono più evidenti due clusters di items: un primo cluster composto dagli items 1, 3, 7, 8, 9, 11 correlati con il primo fattore; un secondo cluster composto dagli items 2, 4, 5, 6, 10, 12, 13 più altamente correlati con il secondo fattore.

Qui di seguito si riporta il *plot* delle variabili rispetto ai primi due assi fattoriali ruotati (*varimax*):



E' possibile allora, mediante l'analisi concettuale dei singoli items che compongono ciascuno dei due clusters, cercare di interpretare il fattore $F1$ ed il fattore $F2$. Concettualmente il fattore $F1$ fu interpretato come *dimensione di socialismo* ed il fattore $F2$ come *dimensione di pacifismo*. La distinzione in due diverse dimensioni, $F1$ e $F2$, risultò in questo caso oltre che statisticamente anche concettualmente significativa e ciò malgrado nell'impostazione iniziale (cfr. §4) tale ipotesi bi-dimensionale non fosse stata fatta. Ciò consentirà di interpretare meglio gli indici sintetici.

Poiché risultarono due distinte dimensioni furono calcolati due indici sintetici, uno per ogni dimensione.

E' bene distinguere a questo punto due diversi modi di costruire gli indici sintetici, ciascuno avente una diversa influenza statistica sul grado di attendibilità dell'indice sintetico ottenuto.

1° tipo di sintesi fattoriale

Si considerano per la costruzione dell'indice sintetico *tutti gli items* e si costruisce l'indice sintetico (uno per ogni fattore-dimensione) con i pesi $w_i^{(j)}$ ($i = 1, 2, \dots, 13$; $j = 1, 2$) della matrice dei coefficienti fattoriali (*factor scores coefficient matrix*) ottenibile dalla matrice dei pesi fattoriali ruotati (con un metodo ortogonale, generalmente *varimax*).

Factor Score Coefficient Matrix

	FACTOR 1	FACTOR 2
IT1	.31971	-.01383
IT2	.00607	.17906
IT3	.00351	.02606
IT4	.01100	.30033
IT5	-.07981	.28228
IT6	-.12982	.08508
IT7	.06057	-.14536
IT8	.33208	.06754
IT9	.17837	.06337
IT10	-.09095	.21843
IT11	.31950	-.03343
IT12	.00313	.23749
IT13	.05374	.25337

A partire da essa è possibile, infine, calcolare i due *indici sintetici* $S^{(1)}$ (indice sintetico del socialismo) e $S^{(2)}$ (indice sintetico del pacifismo), rispettivamente, riferendoci ad una generica unità statistica i -ma, come segue:

$$S_i^{(1)} = z_{i,1} 0.31971 + z_{i,2} 0.00607 + z_{i,3} 0.00351 + \\ + \dots + z_{i,13} 0.05374 \quad (i = 1, \dots, 104)$$

$$S_i^{(2)} = z_{i,1} (-0.01383) + z_{i,2} 0.17906 + z_{i,3} 0.02606 + \\ + \dots + z_{i,13} 0.25337 \quad (i = 1, \dots, 104)$$

Dalla matrice di covarianza dei coefficienti fattoriali è poi possibile conoscere la relazione statistica (indipendenza, correlazione) tra gli indici sintetici.

Il tipo di sintesi fattoriale

Si scelgono, per ciascun fattore-dimensione ritenuto significativo per l'analisi, solo gli items aventi i pesi fattoriali più elevati (pur non esistendo una regola fissa, si impiega generalmente il criterio di prendere variabili con pesi fattoriali ruotati maggiori di 0.3-0.4). Si calcola quindi l'*indice sintetico* (uno per ogni dimensione-fattore) per semplice somma dei punteggi standardizzati degli items scelti per ciascun individuo.

Si ebbero in tal caso i seguenti due *indici sintetici*, riferiti ad una generica unità statistica *i*-ma ed ai punteggi in forma standardizzata:

$$S_i^{(1)} = \sum_s z_{i,s} \quad (s: \text{solo sugli items: 4-6, 10, 12, 13})$$

$$S_i^{(2)} = \sum_s z_{i,s} \quad (s: \text{solo sugli items: 1, 8, 11})$$

Nell'esempio considerato sono stati applicati tutti e due i tipi di sintesi fattoriale.

4.3 Per poter confrontare i risultati ottenuti con i due procedimenti è necessario disporre di una misura del grado di *attendibilità* degli indici sintetici. Anche in questo caso (cfr. §4.1) è applicabile il criterio della consistenza interna; poiché come metodo di analisi si è impiegata l'ACP, un indice di attendibilità è l'indice Θ ⁽⁴⁾ variante tra 0 (min attendibilità) e 1 (max attendibilità).

Nell'esempio considerato l'attendibilità dei due indici sintetici $S^{(1)}$ (del socialismo) e $S^{(2)}$ (del pacifismo) impiegando il tipo *I* ed il tipo *II* di sintesi fattoriale è risultata la seguente:

	<i>I TIPO</i> (sui fattori ruotati)	<i>II TIPO</i> (sui fattori ruotati)
$S^{(1)}$	$\Theta = 0.70$	$\Theta = 0.74$ (solo sugli items: 4-6, 10, 12, 13)
$S^{(2)}$	$\Theta = 0.70$	$\Theta = 0.85$ (solo sugli items: 1, 8, 11)

Il *II* tipo di sintesi, somma dei punteggi standardizzati senza pesi, fornisce in questo caso indici sintetici nettamente più attendibili del *I* tipo ciò perché il *II* procedimento è statisticamente preferibile (fornisce indici sintetici con più alta attendibilità) se i pesi fattoriali dei singoli items non differiscono molto tra

⁽⁴⁾ L'indice Θ_k nel caso di fattori ruotati (solo di tipo ortogonale) e più fattori è dato:

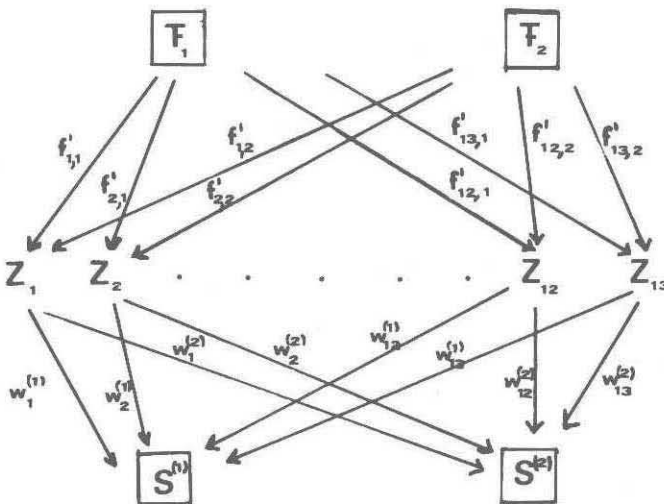
$$\Theta_k = \frac{p}{p-1} \left(1 - \sum_{b=1}^r \Phi_{bk} / \lambda_b \right)$$

in cui p è il numero di items, Φ_{bk} è il peso fattoriale ruotato dell'*b*-mo indicatore del *k*-mo fattore, λ_b è l'autovalore corrispondente all'*b*-mo fattore.

loro e ai fini della ricerca l'eliminazione di alcuni items (quelli con minor peso fattoriale) non comporta problemi. Se invece i pesi fattoriali dei singoli items sono molto diversi tra loro e non si vogliono eliminare degli items (ad esempio per non perdere la comparabilità dell'indice con altri campioni di popolazione) il I procedimento fornisce indici sintetici più attendibili.

Si noti che con i due procedimenti di sintesi basati sulla analisi fattoriale è possibile esplicitare tutti i parametri delle relazioni statistiche e calcolarli in base al modello statistico (ad esempio ACP) di analisi dei dati scelto per la costruzione degli indici sintetici.

Riportiamo il diagramma causale corrispondente, per semplicità, solo al I° tipo di sintesi fattoriale:



in cui i simboli hanno il significato già visto (§ 4.1). In particolare qui le f'_{ij} si riferiscono ai pesi fattoriali ruotati (*varimax*).

In tale diagramma causale tutte le quantità sono state, come si è visto, empiricamente verificate: i pesi fattoriali f'_{ij} ; i pesi $w_i^{(j)}$; le quantità d_i che nel modello dell'ACP sono supposte nulle. Così come sono stati verificati empiricamente: il numero di fattori F_j e la loro relazione (sono risultati 2 fattori indipendenti), il numero di indici sintetici S e la loro relazione (due indici sintetici $S^{(1)}$ e $S^{(2)}$ tra loro indipendenti).

Infine con tale procedimento di calcolo dell'indice sintetico è possibile disporre di una misura statistica per la stima del grado di attendibilità degli indici sintetici calcolati in base ad un dato modello statistico e a dati indicatori empirici.

5. IL METODO DI GRADUAZIONE DI PIU' UNITA' STATISTICHE DI A. RIZZI

Nel caso di più caratteri *quantitativi* che potrebbero essere assunti come misure indirette di un concetto complesso non esattamente definito (e forse non definibile) derivante da un insieme di fatti rilevabili, come ad esempio il concetto complesso livello di apprendimento di un gruppo di studenti, il livello di soddisfazione dei dirigenti d'industria, il lavoro svolto dalle singole aziende di credito e così via, si pone il problema di graduare più unità statistiche secondo questi caratteri.

Recentemente Alfredo Rizzi ha proposto un nuovo metodo per la costruzione di indici sintetici di più caratteri quantitativi che consente di graduare le unità statistiche del collettivo considerato e che qui riportiamo brevemente rinviando per una visione più dettagliata direttamente al lavoro dell'Autore (5).

Si considera una matrice dei dati $X_{n,k}$, ad esempio $n = 95$ provincie italiane secondo $k = 13$ variabili economiche indicanti la capacità economica espressa da ciascuna provincia. Riportiamo, ad esempio, alcune delle 13 variabili scelte (indicatori di tipo oggettivo-descrittivo della capacità economica): 1) reddito in miliardi di lire; 2) Numero degli addetti alla industria al Censimento 1981; 3) Numero degli addetti ai servizi al Censimento 1981; 4) Livello di urbanizzazione (dato dal rapporto: somma degli abitanti nel capoluogo di provincia + popolazione dei comuni della provincia aventi più di 50.000 abitanti diviso la popolazione totale della provincia); e così via.

Poiché le variabili considerate non sono statisticamente omogenee (diversa unità di misura) occorre procedere ad una loro standardizzazione. Si è considerata in questa applicazione la trasformazione dei dati $X_{95,13}$ nella matrice dei dati percentuali per colonna $P_{95,13}$. Quindi, al fine di ridurre la diversa intensità delle variabili considerate si è calcolata la matrice degli scarti centrati (dalla media, per colonna) $S_{95,13}$.

A partire dalla matrice $S_{95,13}$ si calcola quindi la matrice di varianze e covarianze e su di essa si effettua un'Analisi delle Componenti Principali (ACP) ottenendo, come è noto, la matrice degli autovettori normalizzati corrispondenti a ciascun fattore che nel caso considerato sono le 13 componenti principali che saranno tutte utilizzate per il calcolo dell'indice sintetico proposto.

L'indice sintetico proposto dal Rizzi si calcola quindi secondo la seguente formula, riferita alla generica unità statistica i -ma:

$$D_i = (\text{sgnc}_{i1}) \sqrt{\sum_{r=1}^k c_{ir}^2} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

in cui c_{ir} ($i = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, k$) sono le modalità delle componenti principali associate alla i -ma unità statistica e sgnc_{i1} indica il segno della prima componente principale relativa all'unità statistica i -ma che si assume come se-

(5) A. Rizzi, *Un metodo di graduazione di più unità statistiche*, in "Rivista di Statistica Applicata", n. 1, 1988, ESTE, Milano.

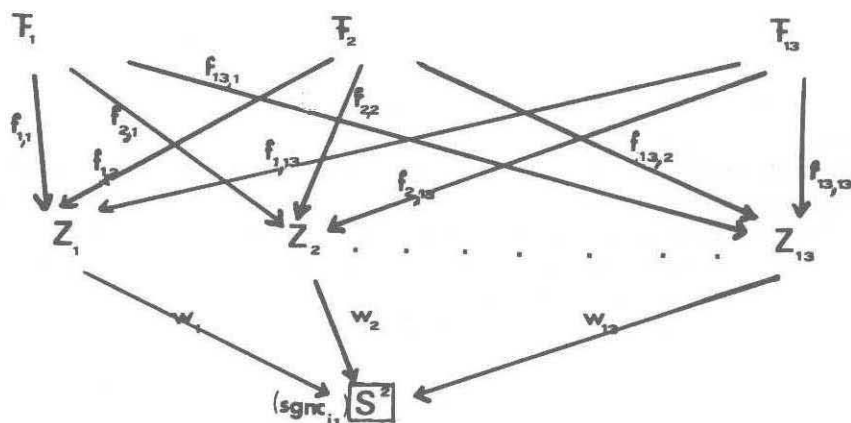
gno dell'indice essendo quella che per definizione nell'ACP spiega la maggior parte della varianza rispetto alle altre componenti.

L'indice sintetico proposto dal Rizzi ha il vantaggio di tener conto di tutta l'informazione contenuta nella matrice delle componenti principali e non soltanto di quelle che spiegano una data percentuale di varianza. Si elimina pertanto il problema della scelta del numero di componenti da considerare.

Nell'applicazione considerata dall'A. la 1^a componente principale spiega l'89,2 % della varianza totale ($\lambda_1 = 11,608$) mentre le successive componenti presentano tutte autovalori inferiori all'unità. Ciò consente di avere una chiara interpretazione dell'indice sintetico ottenuto in quanto le 13 variabili (indicatori) considerate possono tutte ritenersi buoni indicatori (pesi fattoriali maggiori di 0.8 sulla prima componente) di un concetto uni-dimensionale (capacità economica).

Naturalmente, come già osservato nei paragrafi precedenti, si sarebbero potuti considerare altri indicatori per rilevare empiricamente la capacità economica delle provincie italiane. Tuttavia il metodo proposto dal Rizzi, basato anch'esso sull'analisi fattoriale come i procedimenti di sintesi visti nei par. 4.2 e 4.3, permette di esplicitare completamente i parametri di tutte le relazioni in gioco nel calcolo dell'indice sintetico e ciò consente oltre che una chiara interpretazione dell'indice ottenuto anche una sua effettiva operatività nella ricerca empirica.

Impiegando il diagramma causale (*path diagram*) per rappresentare il procedimento di sintesi qui proposto, facendo riferimento agli indicatori Z_i in forma standardizzata, si avrebbe la situazione seguente:



in cui i simboli hanno il significato già esposto e S^2 indica il quadrato dell'indice sintetico. In tale diagramma, come si può vedere, tutte le quantità sono empiricamente verificate. In particolare i pesi w_i ($i = 1, 2, \dots, k = 13$), ottenuti con il procedimento indicato, sono sommabili nell'indice sintetico perché coincidenti con le componenti principali che, come è noto, sono ortogonali.

6. CONCLUSIONI

Si sono visti quattro procedimenti statistici per la costruzione di indici sintetici di fenomeni complessi: 1) per semplice somma, per ciascuna unità statistica, di punteggi o dati standardizzati (§ 4.1); 2) mediante attribuzione a ciascun indicatore, in forma standardizzata, di pesi $w_i^j = f_{score}_i^j$ (punteggi fattoriali, § 4.2); 3) mediante somma, per ciascuna unità statistica, dei soli indicatori aventi pesi fattoriali, f_{ij} , al di sopra di una data soglia (§ 4.3); 4) mediante la distanza di ogni unità statistica dall'origine calcolata rispetto al sistema di riferimento ortogonale delle componenti principali (§ 5).

Soltanto gli ultimi tre, basati su procedimenti statistici di tipo fattoriale, adeguati alla natura complessa (multivariata) dei fenomeni da misurare, consentono di esplicitare completamente, come si è visto, una teoria ausiliaria alla misurazione sintetica impiegata. Essi pertanto dispongono di quei requisiti che consentono di attribuire alla misurazione stessa dei criteri statistici oggettivi, da chiunque ripetibili nelle stesse condizioni, controllabili e di disporre di misure statistiche del grado di attendibilità del o degli indici sintetici ottenuti. Il carattere di relatività e non assolutezza del sistema di riferimento impiegato/impiegabile per l'osservazione empirica di fenomeni complessi, di cui si è già detto nei paragrafi precedenti, rende a nostro avviso indispensabile fornire la misurazione stessa di una trasparenza metodologica che, pur non potendo mai stabilire criteri assoluti, definitivi, di ottimalità, consenta di verificare empiricamente il grado di attendibilità sia degli indicatori che del o dei procedimenti di sintesi impiegati. Ciò significa che oltre a disporre di indicazioni oggettive circa la struttura fattoriale sottostante gli indicatori scelti si dispone di misure-criteri oggettivi che permettono di migliorare la misurazione stessa. Si è visto, ad esempio, nel caso della costruzione di una scala di atteggiamenti nei confronti dell'ideologia politica come la completa esplicitazione della teoria ausiliaria abbia permesso non solo di chiarire, rispetto alle ipotesi iniziali dei ricercatori, la struttura sottostante gli indicatori scelti (passando da un'ipotesi uni-dimensionale ad una bidimensionale) e ciò contribuisce ad interpretare più chiaramente gli indici sintetici ottenuti, ma anche di aumentare il grado di attendibilità degli indici sintetici stessi intervenendo sulla scelta degli items.

Ciò pone la misurazione di fenomeni complessi tramite indicatori ed indici sintetici in un'ottica più oggettiva, scientifica e meno arbitraria di molte misurazioni sintetiche che lasciando "implicito" il sistema di riferimento iniziale attribuiscono, in definitiva, un carattere assoluto alla misurazione ottenuta o quanto meno di significato ambiguo, non chiaramente interpretabile.

Un'ultima considerazione, di carattere pratico, riguarda il tipo di analisi statistiche alle quali qui si è fatto riferimento: si tratta di analisi statistiche non elementari, talvolta complesse, fino a ieri inaccessibili. Oggi la diffusione del trattamento automatico dei dati, dei *computers* e di talvolta assai sofisticati *packages* statistici (anche per *personal computers*) in grado di effettuare in tempi veloci (se non addirittura contestuali alla domanda) tutti i principali tipi di

analisi statistiche multivariate qui citate (per le applicazioni si sono impiegati, ad esempio, i *packages* statistici *SPSS* e *SAS*) rende più realisticamente praticabile nella ricerca empirica l'impiego di tali procedimento di sintesi statistica, affrontando l'intera problematica della misurazione statistica di fenomeni complessi tramite indicatori e indici sintetici a livelli più adeguati, nuovi e interessanti anche per l'investigazione scientifica oltre che per la ricerca applicata.

Dipartimento di Statistica, Probabilità e
Statistiche Applicate,
Università "La Sapienza", Roma

MARY FRAIRE

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- A.M. ALBIERI ROMOLINI, M. FRAIRE, *Materiali per una bibliografia sugli indicatori sociali*, "Quaderni di Statistica Sanitaria", Fac. Sc. Stat. Dem. e Att., Roma, 1-2, 1982.
- H.M. BLALOCK jr., *Causal models in the social sciences*, Aldine Publ. Co., New York, 1985.
- F. BURATTO, *Indicatori e ricerca empirica*, in B. Grazia-Resi, "Problemi di Statistica Sociale", La Goliardica, Roma, 1986.
- D.T. CAMPBELL, D.W. FISKE, *Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix*, "Psychological Bulletin", vol. 56, 2, 1959.
- E.G. CARMINES, R.A. ZELLER, *Reliability and validity assessment*, Sage Pub. Inc., Series: QASS, California, 15, 1980.
- H.L. COSTNER (ed.), *Sociological methodology 1973-74*, Jossey Bass Inc., San Francisco, USA, 1975.
- M. FRAIRE, *Introduzione agli indicatori sociali*, "Quaderni di Statistica Sanitaria", Fac. Sc. Stat. Dem. e Att., Roma, 1-2, 1982.
- M. FRAIRE, F. TERRANOVA, *Manuale di statistica e programmazione sanitaria*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1983.
- M. FRAIRE, *La misurazione della salute tramite indicatori: aspetti statistici e metodologici*, in M. Callari Galli, S. Dalla Volta, G. Harrison. F. Terranova (a cura di), "Scegliendo la qualità", Ed. Unicopli, Milano, 1988.
- JAE-ON KIM, C.W. MUELLER, *Factor analysis*, Sage Pub. Inc. Series: QASS, California, USA, 13 e 14, 1978.
- H.F. KAISER, *Formulas for component scores*, "Psychometrika", vol. 1, no. 27, 1962.
- E.J. McDONALD, A. BURR, *A comparison of four methods of constructing factor scores*, "Psychometrika", vol. 32, no. 4, 1967.
- A. RIZZI, *Un metodo di graduazione di più unità statistiche*, in "Rivista di Statistica Applicata", n. 1, 1988, ESTE, Milano.
- J.L. SULLIVAN, *Multiple indicators. An Introduction*, Sage Pub. Inc., California, USA, 15, 1983.
- R.A. ZELLER, E.G. CARMINES, *Measurement in the social sciences*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1980.

RIASSUNTO

L'impiego di indicatori empirici e indici sintetici per la misurazione statistica di fenomeni complessi ossia di natura prevalentemente qualitativa, multifattoriale, sociale (ad esempio la qualità della vita, la salute, opinioni, atteggiamenti, sensazioni nei confronti di un dato feno-

meno o argomento, ecc.) pone una serie di problemi concettuali e metodologici che qui sono esaminati nell'ottica della costruzione di indici sintetici statisticamente significativi ossia validi e attendibili.

Sia nell'investigazione scientifica che nella ricerca applicata spesso è necessario disporre di un'unica misura, un indice sintetico (*index*) del fenomeno complesso in esame, al fine di poter operare confronti nel tempo e/o nello spazio e inserire tale misura in modelli statistici complessi (ad esempio regressione multipla, analisi dei dati multidimensionali, ecc.).

Dopo aver dato una definizione statistica di indice sintetico (o indicatore composto), l'A. descrive attraverso degli esempi, quattro diversi metodi di costruzione di indici sintetici.

Infine vengono esaminati i vantaggi e gli svantaggi dei quattro procedimenti considerati.

SUMMARY

The use of empirical indicators and composite indices for the measurement of multidimensional phenomena (*i.e.* quality of life, health, social welfare, etc.) implies a series of conceptual and methodological problems here analysed in view to construct composite indices statistically significant *i.e.* valid and reliable.

In applied research in different domains one needs only one measure, an *index* of a multidimensional phenomenon to compare it with others and put it in complex statistical models. After a statistical definition of index (composite indicator) the A. describes with examples and discusses in detail four different methods of constructing composite indices.

At the end advantages and disadvantages of the four methods are briefly examined.

BIOMETRICS

JOURNAL OF THE BIOMETRIC SOCIETY

Vol. 45, No. 2

June 1989

CONTENTS

- M. Rudemo, D. Ruppert and J.C. Streibig:* Random-effect models in nonlinear regression with applications to bioassay.
K. Roeder, B. Devlin and B.G. Lindsay: Application of maximum likelihood methods to population genetic data for the estimation of individual fertilities.
L.H. Moulton and S.L. Zeger: Analyzing repeated measures on generalized linear models via the bootstrap.
R.M. Cormack: Log-linear models for capture-recapture.
R.K. Steinhorst and M.D. Samuel: Sightability adjustment methods for aerial surveys of wildlife populations.
A. Chao: Estimating population size for sparse data in capture-recapture experiments.
D.G. Heimbuch and J.M. Hoenig: Change-in-ratio estimators for habitat usage and relative population size.
S. Zahl: Line transect sampling with unknown probability of detection along the transect.
P. Yip: An inference procedure for a capture and recapture experiment with time-dependent capture probabilities.
N.M. Laird and T.A. Louis: Empirical confidence intervals for a series of related experiments.
M.S. Pepe and T.R. Fleming: Weighted Kaplan-Meier statistics: A class of distance tests for censored survival data.
M. Halperin, M.I. Hamdy and P.F. Thall: Distribution-free confidence intervals for a parameter of Wilcoxon-Mann-Whitney type for ordered categories and progressive censoring.
P.K. Andersen and M. Waeth: Simple parametric and nonparametric models for excess and relative mortality.
P.F. Thall, R. Simon and S.S. Ellenberg: A two-stage design for choosing among several experimental treatments and a control in clinical trials.
P.E. ShROUT and S.C. Newman: Design of two-phase prevalence surveys of rare disorders.
P.R. Rosenbaum: The role of known effects in observational studies.
F. Kianifard and W.H. Swallow: Using recursive residuals, calculated on adaptively-ordered observations, to identify outliers in linear regression.
M.A. Espeland and S.L. Handelman: Using latent class models to characterize and assess relative error in discrete measurements.

SHORTER COMMUNICATIONS

- D.J. Scott and A.H. Sinclair:* Analysis of in-situ hybridization data for unique genes using GLIM.
A. Donner: Statistical methods in ophthalmology: An adjusted chi-square approach.
K. Kim: Point estimation following group sequential tests.
P. Permutt and J.R. Hebel: Simultaneous-equation estimation in a clinical trial of the effect of smoking on birth weight.
W.J. Shih: Prediction approaches to sequentially searching for an optimal dose.
E.J. Feuer and L.G. Kessler: Test statistic and sample size for a two-sample McNemar test.

THE CONSULTANT'S FORUM

- D. Ruppert, N. Cressie and R.J. Carroll:* A transformation/weighting model for estimating Michaelis-Menten parameters.
D.H. Johnson: Least squares estimation of avian molt rates.
R.K. Elswick Jr. and V.A. Uthoff: A nonparametric approach to the analysis of the two-treatment, two-period, four-sequence crossover model.
Y.-K. Chiang, R.J. Hardy, C.M. Hawkins and A.S. Kapadia: An illness-death process with time-dependent covariates.
P.E. Hansen: Reader Reaction: Leslie matrix elements.
P.G. Hall: Obituary: Patrick Alfred Pierce Moran.

Book Reviews - Corrections.

RIVISTA DI ECONOMIA AGRARIA

STUDI DI ECONOMIA AGRARIA POLITICA AGRARIA
SOCIOLOGIA RURALE

Anno XLII - n. 4

Dicembre 1988

SOMMARIO

SAGGI E RICERCHE

- Giuseppe Barbero, Francesco Mantino:* Imprenditori agricoli e ricambio generazionale in Italia: un'analisi dei dati censuali (1971-1981).
Maria Fonte: Dinamiche familiari, orientamenti sociali e comportamento economico di un gruppo di agricoltori in Abruzzo.
Gabriele Dono, Simone Severini: La "dipendenza alimentare" nel bacino mediterraneo.
Gabriele Canali, Daniele Moro: Un'analisi econometrica della offerta trimestrale di prodotti zootecnici in Italia: 1975-1985.
Andrea Brugnoli: La domanda di importazione di bovini vivi in Italia.
Paolo Giacomelli, Eliot Laniado: Un modello di simulazione per la gestione di allevamenti suini.

TEMI DI DISCUSSIONE

- Roberto Polidori, Alessandro Romagnoli:* Tecniche e processo produttivo agricolo, ovvero la realtà che il paradigma neoclassico non può rappresentare.
Davide Pettenella: Convegno IUFRO "Attività forestali su piccola scala".
Ezio Salvini: Contabilità e tecnica amministrativa delle imprese in agricoltura: momento dell'economia aziendale e supporto dell'azienda agraria.
Franco Rocca: Contabilità e tecniche amministrative delle imprese in agricoltura. Osservazioni e proposte.
Ernesto Milanese: Osservazioni alla nota del Prof. Bruni (Contabilità e tecniche amministrative delle imprese in agricoltura: possibili contenuti di una disciplina, Rivista di Economia Agraria, 1988, n. 3).

RECENSIONI

- R. Molesti:* Economia dell'ambiente (con prefazione di N. Georgescu-Roegen), di M. Pagella.

Publicazioni e Ricerche dell'INEA - Acquisizioni alla Biblioteca INEA.