



Mi ami? Ma quanto mi ami?"

La misurazione e analisi di fenomeni astratti e complessi mediante la costruzione di indicatori compositi

Giovanna Boccuzzo

Dipartimento di Scienze Statistiche, Università di Padova
giovanna.boccuzzo@unipd.it

© templatesWise.com

Cosa fa la statistica?

1. Definito uno o più fenomeni di analisi, raccoglie dati pertinenti
2. Li analizza con metodi appropriati
3. Trae i risultati delle analisi
4. Predisporre dei report che rispondano alle domande di ricerca

Cosa fa la statistica?

1. Definito uno o più fenomeni di analisi, raccoglie dati pertinenti
2. Li analizza con metodi appropriati
3. Trae i risultati delle analisi
4. Predispone dei report che rispondano alle domande di ricerca

3

Fenomeni di analisi e domanda di ricerca



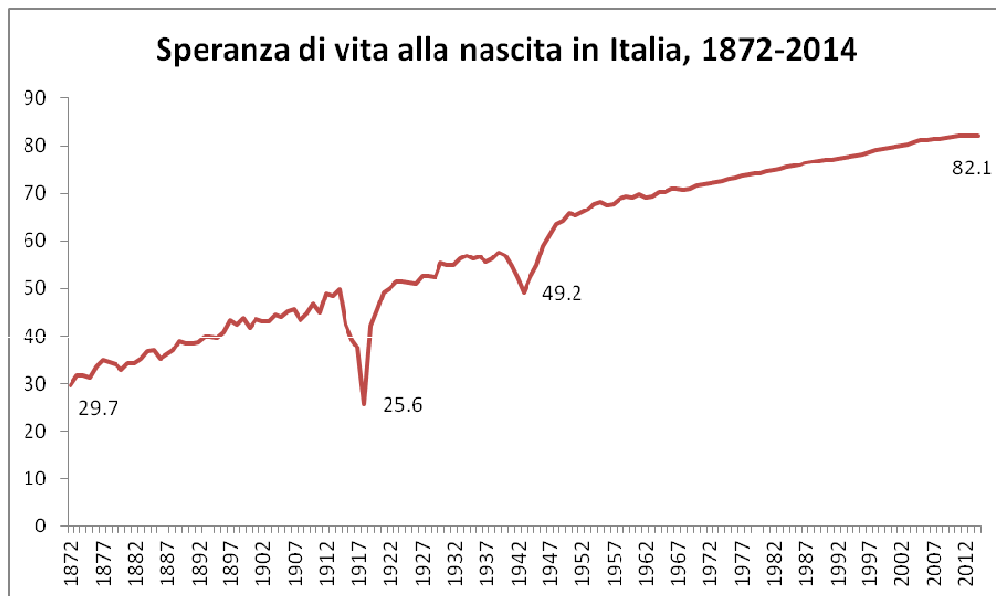
Facciamo un esempio.

Fenomeno di analisi: **durata della vita della popolazione italiana**

Domande di ricerca:

- come si è evoluta la durata media della vita degli Italiani?
- Rispetto ad altri Paesi?

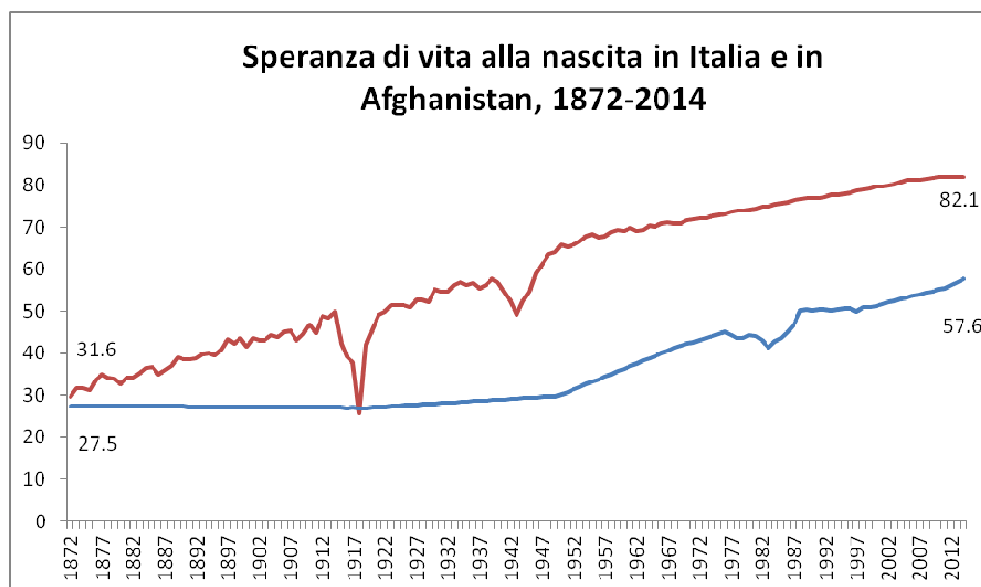
Summer School: la matematica incontra il mondo
San Pellegrino Terme, 5 - 6 - 7 Settembre 2016
Giovanna Boccuzzo



Fonte: www.demo.istat.it

5

Summer School: la matematica incontra il mondo
San Pellegrino Terme, 5 - 6 - 7 Settembre 2016
Giovanna Boccuzzo



Fonte: www.gapminder.org

6

La statistica studia anche fenomeni
astratti e complessi....



Fenomeni **astratti**: ovvero non direttamente misurabili (stato di salute, soddisfazione per il lavoro, ...).

Per misurarli dobbiamo definire degli **indicatori**, che mirano con precisione al bersaglio!

La misura di un fenomeno astratto: **salute**



1. Definire:

la **salute** è "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non la semplice assenza dello stato di malattia o infermità" (OMS)

2. Misurare:

Come va in generale la sua salute?

1. **Molto bene**
2. **Bene**
3. **Né bene né male**
4. **Male**
5. **Molto male**

3. Indicatore:

% di persone in buona salute:

Molto bene +bene

Totale intervistati

Esempio: nel 2013 il 67% della popolazione italiana era in buona salute (fonte: ISTAT).

Fenomeni astratti e **complessi**....



Fenomeni **complessi** (o **multidimensionali**):
comprendono diversi aspetti della vita, tutti
importanti per descrivere il fenomeno di
interesse

Aria fritta? NO!!!

QUALITÀ DELLA VITA 2015

Da oltre venticinque anni Il Sole 24 Ore misura la vivibilità delle province italiane, elaborando una serie di dati statistici e stilando una classifica annuale

LE CLASSIFICHE

MAPPA INTERATTIVA

EBOOK 1990-2014

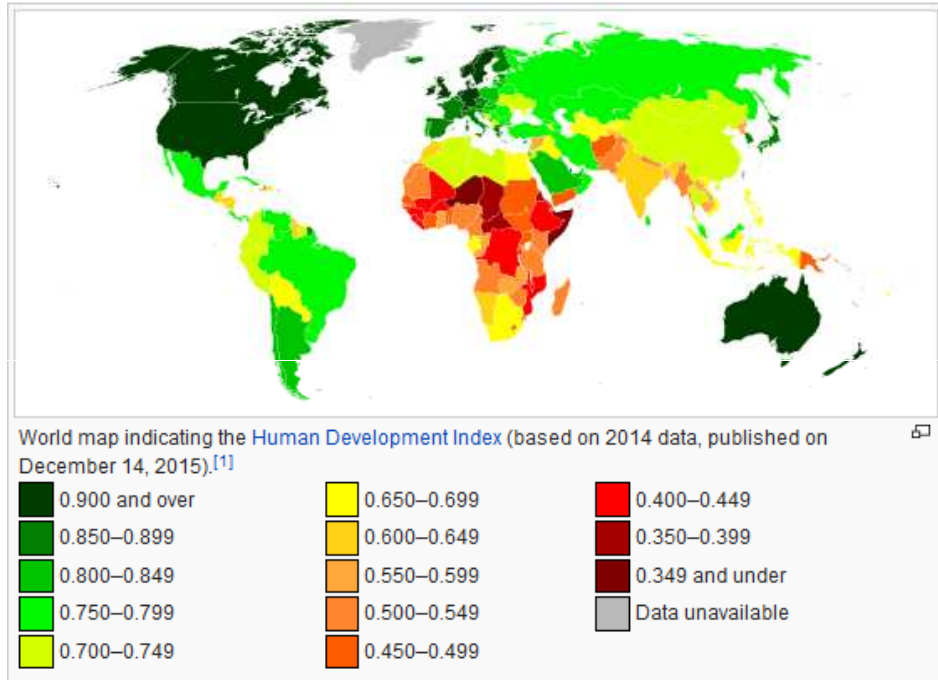
la Repubblica
L'ESPRESSO

A livello nazionale.....

GRANDE
GUIDA
UNIVERSITÀ
2015-2016

E internazionale

(indice di sviluppo umano misurato in tutti i Paesi)

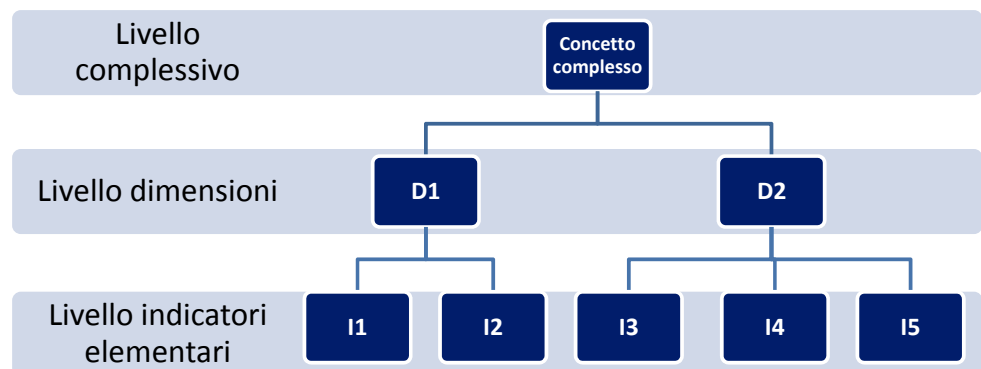


11

Misurare un fenomeno complesso



Dal
generale al
particolare



Un esempio: lo sviluppo umano



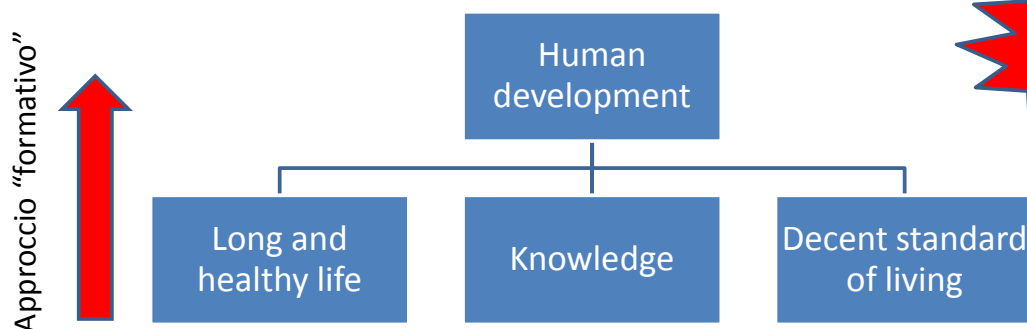
Human development – or the human development approach - is about expanding the richness of human life, rather than simply the richness of the economy in which human beings live. It is an approach that is focused on people and their opportunities and choices.

(ONU, <http://hdr.undp.org/en/humandev>)

Primo passo: le dimensioni



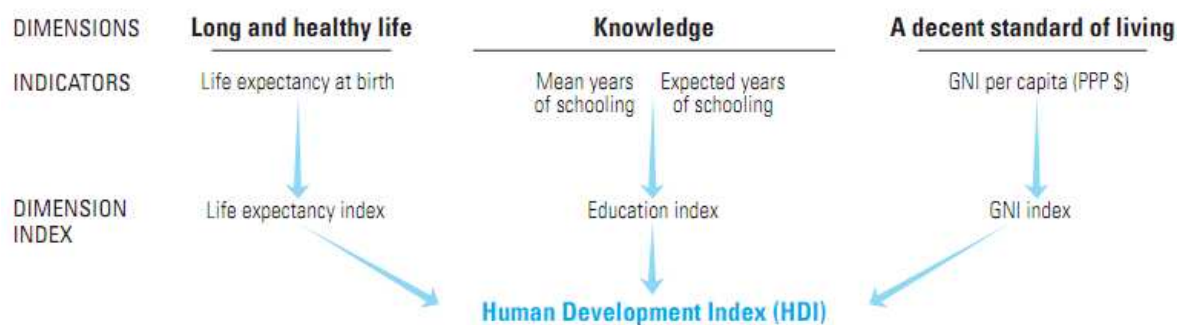
Suddividere un concetto complesso nelle dimensioni che lo compongono



Secondo passo: Misurare le dimensioni



A questo punto il problema si “semplifica” con la misura delle dimensioni



Terzo passo: definire e misurare gli indicatori in ogni dimensione



Dimensione “Vita lunga e sana”, misurata mediante la speranza di vita alla nascita (numero totale di anni vissuti da una generazione/nati della generazione – è in realtà calcolato per contemporanei)

Dimensione “Conoscenza”, misurata con due indicatori: il numero medio di anni di scolarizzazione per adulti di 25 anni, e gli anni attesi di educazione per un bambino al primo anno di scuola.

Dimensione “Standard di vita”, misurata attraverso il GNI (Gross National Income, pari al PIL più le rimesse degli emigranti) pro-capite, espresso in PPP (Purchasing Power Parities, PPA – Parità di potere d’Acquisto)

Dagli indicatori elementari all'indicatore composito



Il nostro concetto complesso (es. sviluppo umano) è misurato mediante l'**aggregazione** delle misure delle dimensioni, a loro volta misurate mediante l'aggregazione degli indicatori elementari (quando sono più di uno per dimensione)

Problemi:

1. **Gli indicatori sono confrontabili?**
2. **Gli indicatori (e poi le dimensioni) hanno la stessa importanza?**
3. **Come aggregare gli indicatori prima e le dimensioni poi per costruire l'indicatore composito?**

Normalizzazione



Esempio: valori degli indicatori per il Ghana, 2013

Indicator	Value
Life expectancy at birth (years)	64.6
Mean years of schooling	7.0
Expected years of schooling	11.4
GNI per capita (PPP \$)	1,684

Gli indicatori elementari sono misurati con unità di misura diverse e non sono confrontabili. È necessaria una procedura di normalizzazione. Vi sono molte possibilità; la più utilizzata è quella min-max, cosicché l'indice normalizzato è compreso fra 0 e 1:

$$\text{Indice normalizzato} = (\text{valore attuale } X - \text{valore min } X) / (\text{valore max } X - \text{valore min } X)$$

Valori minimi e massimi



Come scegliamo minimi e massimi? Non è una scelta semplice

- Valori osservati più bassi e più alti?
- Valori teorici più bassi e più alti?
- Minimi/massimi attuali o anche futuri?

Nel caso dello sviluppo umano: i valori massimi sono quelli osservati dal 1980 ad oggi, i valori minimi sono quelli di sussistenza.

Normalizzazione

Valori minimi e massimi (aggiornamento 2013)

Indicator	Observed maximum	Minimum
Life expectancy (years)	83.6 (Japan, 2012)	20.0
Mean years of schooling	13.3 (United States, 2010)	0
Expected years of schooling	18.0 (capped at)	0
Combined education index	0.971 (New Zealand, 2010)	0
GNI per capita (PPP \$)	87,478 (Qatar, 2012)	100

Normalizzazione

Valori normalizzati per il Ghana

$$\text{Life expectancy index} = \frac{64.6 - 20}{83.6 - 20} = 0.701$$

$$\text{Mean years of schooling index} = \frac{7.0 - 0}{13.3 - 0} = 0.527$$

$$\text{Expected years of schooling index} = \frac{11.4 - 0}{18.0 - 0} = 0.634$$

$$\text{Income index} = \frac{\ln(1,684) - \ln(100)}{\ln(87,478) - \ln(100)} = 0.417 \quad \text{Scala logaritmica per il reddito}$$

21

Come mettere insieme gli indicatori?

Aggregazione



Idea più semplice: fare una media aritmetica degli indicatori normalizzati.

Compensabilità: valori bassi di alcuni indicatori possono essere “compensati” da valori alti di altri. È sempre lecito?

Inoltre: l’effetto congiunto di più fenomeni può essere più che additivo (“**interazione**”)

Aggregazione Indice sviluppo umano



Vecchio approccio (fino al 2009), totalmente compensativo:

$$\text{HDI} = (\text{Life expectancy index} + \text{Education index} + \text{Gni index})/3$$

$$\text{Education index} = 2/3 * (\text{Mean years of schooling i.}) + 1/3 * (\text{expected years of schooling i.})$$

È accettabile l'approccio totalmente compensativo?

Aggregazione Indice sviluppo umano



Nuovo approccio (dal 2010), parzialmente compensativo:

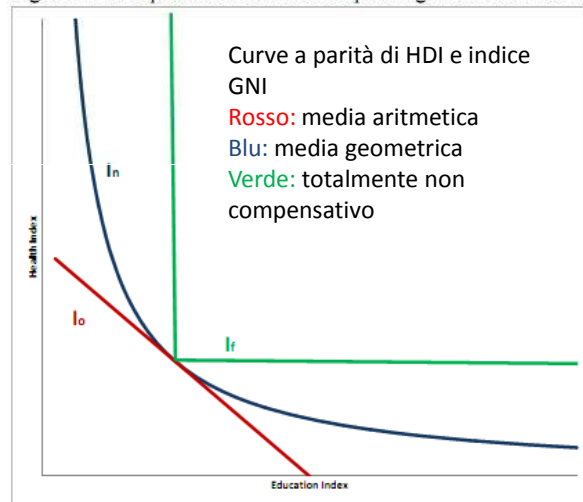
Media geometrica:

$$\text{HDI} = (\text{Life expectancy index} * \text{Education index} * \text{Gni index})^{1/3}$$

$$\text{Education index} = [(\text{Mean years of schooling i.}) * (\text{expected years of schooling i.})]^{1/2}$$

Confronto fra approcci

Figure 4. Iso-capabilities curves corresponding to different substitutability assumptions



L'aggregazione geometrica spinge a migliorare gli indicatori peggiori, perché con questa funzione sono i livelli più bassi che, a parità di miglioramento, registrano incrementi maggiori dell'indicatore composito

25

Classifica Paesi per HDI

VERY HIGH HUMAN DEVELOPMENT		LOW HUMAN DEVELOPMENT			
1	Norway	0.944	179	Mali	0.419
2	Australia	0.935	180	Mozambique	0.416
3	Switzerland	0.930	181	Sierra Leone	0.413
4	Denmark	0.923	182	Guinea	0.411
5	Netherlands	0.922	183	Burkina Faso	0.402
6	Germany	0.916	184	Burundi	0.400
6	Ireland	0.916	185	Chad	0.392
8	United States	0.915	186	Eritrea	0.391
9	Canada	0.913	187	Central African Republic	0.350
9	New Zealand	0.913	188	Niger	0.348

27 Italy 0.873

26

Gli effetti della compensabilità



Paese (HDI molto alto)	Rango HDI	HDI	Speranza vita	Anni attesi istruzione	Anni medi istruzione	GNI pro-capite	Posizione GNI-HDI
Norvegia	1	0,944	81,6	17,5	12,6	64992	5
Nuova Zelanda	9	0,913	81,8	19,2	12,5	32689	23
Brunei	31	0,856	78,8	14,5	8,8	72570	-26
Qatar	32	0,850	78,2	13,8	9,1	123124	-31
Emirati A.U.	41	0,835	77,0	13,3	9,5	21290	-34
Kuwait	48	0,816	74,4	14,7	7,2	83961	-46
Montenegro	49	0,802	76,2	15,2	11,2	14558	27

Approcci aggregativi vs. non aggregativi



- Esiste un'ampia teoria che abbandona totalmente il concetto di "Aggregazione", pur mantenendo l'obiettivo di costruire indicatori sintetici e di formare graduatorie di soggetti, Paesi, Università, ecc.
- La gran parte rientra nella famiglia degli approcci "**multicriterio**", caratterizzati da una formalizzazione matematica molto spinta.
- Vantaggio: esulano da normalizzazione, aggregazione, pesi, quindi riducono i margini di discrezionalità
- Svantaggio: decisamente complessi e difficili da trasmettere

Importanza di indicatori e dimensioni: I Pesi



Gli indicatori di una dimensione hanno la stessa importanza?
Le dimensioni hanno la stessa importanza nella definizione di un concetto complesso?

1. **Pesi uguali o diversi?**
2. **Se pesi diversi, che metodo per definirli?**

Normative approach
(esperti)

Data driven
approach
(statistico)

Hybrid approach
(misto)

Analisi di robustezza e sensibilità dell'indicatore composito



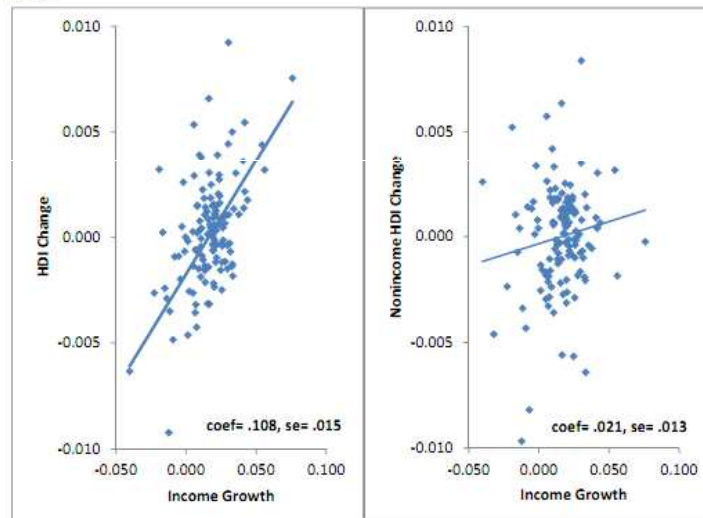
Il risultato finale di un indicatore composito è conseguenza di molte scelte. Non c'è un riferimento che consenta di dire con certezza se l'indicatore costruito è corretto!

Controlli di robustezza e sensibilità:

- Inclusione ed esclusione di indicatori elementari
- Utilizzo di metodi alternativi di imputazione dei dati mancanti
- Uso di schemi di normalizzazione diversi
- Uso di schemi di ponderazione diversi, sia basati su modelli statistici che su giudizi partecipati
- Uso di metodi di aggregazione alternativi
- Uso di diversi possibili valori plausibili per i pesi

Il reddito non spiega tutto....

Figure 3. Weak relation between economic growth and changes in health and education, 1970-2010



Fonte: Klugman et al., 2011

31

Variazione di reddito e HDI dal 1970 al 2010:
Sx: con reddito inserito in HDI
Dx: senza reddito in HDI

Da un approccio meramente economico a un approccio inclusivo



- Amartya Sen, capability approach
- UN, 1990: Human Development Report
- UN, 2015: 2030 Agenda for Sustainable Development (Assemblea generale 09/2015)
- Italia: Indicatori Benessere Equo e Sostenibile (www.misuredelbenessere.it), inseriti per la prima volta nella legge di bilancio 2016
- OCSE: better life index E molti molti altri

Concludendo



- Gli indicatori compositi sono costruiti unendo molte scelte di tipo logico e statistico, talvolta con molta soggettività
- Ciononostante, centinaia di indicatori compositi sono proposti e utilizzati in continuazione
- Sono “comodi”, forniscono rapidamente l’idea di un fenomeno complesso nelle unità in cui è misurato
- Ma, attenzione, non rispondono alle motivazioni per cui alcune unità sono meglio di altre o di differenze temporali. Per questo è necessario guardare agli indicatori elementari e sviluppare modelli statistici di analisi delle relazioni causali.