

CLASSIFICARE GLI INDICATORI DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA

Mario De Marchi

in memoria del professor Paolo Bisogno (1932 - 1999), fondatore e direttore dell'ISRDS-CNR

Riassunto

Il gran numero di teorie del cambiamento tecnologico testimonia una difficoltà nell'escogitare e svolgere gli esperimenti cruciali che permetterebbero una scelta razionale fra spiegazioni alternative. Un passo preliminare nel percorso metodologico che deve essere completato per superare tale difficoltà è la costruzione di tassonomie coerenti degli indicatori di S&T disponibili per mettere alla prova le teorie correnti.

Parole chiave: *Indicatori di Scienza e Tecnologia, Metodologia, OCSE.*

Abstract

The large number of theories about technological change testifies to a difficulty in devising and performing crucial experiments that would allow a rational choice between alternative explanations. A preliminary step in the methodological path that must be completed to overcome this difficulty is the construction of coherent taxonomies of the S&T indicators available to test current theories.

Keyword: *Science and Technology Indicators, Methodology, OECD.*

1. Introduzione

Accelerando la selezione di migliori metodi e idee impiegati dagli studiosi per concepire e sperimentare gli indicatori S&T, una tassonomia nuova e originale di tali grandezze (misurate applicando norme unificate a livello internazionale sotto l'egida dell'OCSE) potrebbe decisamente favorire il progresso nella misurazione delle attività di ricerca scientifica e innovazione tecnologica. Infatti, proprio il gran numero di teorie del cambiamento tecnologico attesta gli ostacoli che si sono frapposti finora a una scelta razionale fra queste spiegazioni alternative, ossia a una scelta fondata su esperimenti che risultino cruciali, in quanto diano esiti dirimenti. Ciò non dipende affatto da una carenza di indicatori quantitativi suggeriti e adottati nella raccolta di informazioni sulla ricerca e l'innovazione: al contrario, la letteratura e le statistiche pullulano di grandezze e di dati in materia (Gaudin, 2004). Ma proprio questa abbondanza di unità di misura rischia di produrre inattese inconsistenze fra numerose misurazioni, spesso ideate ed eseguite indipendentemente l'una dall'altra, e potrebbe finire per mettere in pericolo la coerenza delle costruzioni teoriche che su tali grandezze si fondano; occorre pertanto che la numerosa popolazione di indicatori scaturita dai tanti studi e rilevazioni effettuati sulle attività S&T sia disciplinata da un rigoroso insieme di regole.

2. In cerca di un ordine

Nella "scienza normale" (Kuhn, 1970) ancor prima che le spiegazioni teoriche possano essere escogitate, occorre stabilire i criteri per selezionare e definire le grandezze osservate e predette all'interno di una disciplina. Tale processo metodologico preliminare implica la elaborazione di tassonomie coerenti e complete. È questo il caso del campo degli studi concernenti la misurazione quantitativa delle attività coinvolte nella ricerca scientifica e nell'innovazione tecnologica, rilevate dagli uffici statistici di tutto il mondo seguendo le direttive suggerite dall'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economici.

3. Un primo tentativo

In un passo iniziale in direzione di tassonomie degli indicatori S&T, venne in primo luogo tracciata una distinzione sui giudizi dalla cui raccolta nelle indagini statistiche scaturiscono i dati su ricerca e innovazione. Questa prima distinzione opponeva indicatori rilevati grazie ad asserzioni "soggettive" sulle attività scientifiche e tecnologiche ad indicatori risultanti da asserzioni di validità "intersoggettiva", sulla quale cioè le persone titolate a giudicare (scienziati, tecnici, imprenditori, ecc.) raggiungano un accordo di qualche tipo. Fra gli indicatori di natura soggettiva sembrava potersi annoverare, per esempio, quello misurato

grazie al giudizio che attribuisce a un cambiamento nella tecnologia il grado di innovazione “drastica” o, viceversa, “incrementale”. Fra gli indicatori di natura intersoggettiva veniva incluso l’impegno in ricerca, dato che sul carattere scientifico dell’attività di ricerca svolta da ciascuno studioso si esercita in genere il controllo dei suoi pari tramite una discussione razionale. In secondo luogo, questo iniziale tentativo di tassonomia si basava su un criterio diffusamente impiegato nella raccolta di dati sulla ReS, dove si sottolinea spesso una asserita contrapposizione fra attività “teoriche” e attività “pratiche”. Integrandole queste due distinzioni si è ottenuta una tassonomia degli indicatori di S&T articolata in quattro classi, tante quante sono le combinazioni fra le due coppie di possibili caratteristiche attribuite agli indicatori. Tale tassonomia (De Marchi 2016) comprendeva dunque indicatori di natura:

- a) intersoggettiva/teorica;
- b) soggettiva/teorica;
- c) soggettiva/pratica;
- d) intersoggettiva /pratica.

Riflessioni più approfondite hanno condotto l’Autore ad abbandonare questa classificazione iniziale, che si è rivelata provvisoria come sono la maggior parte dei risultati conseguiti nel progresso scientifico. Prima di tutto, la distinzione fra soggettivo e intersoggettivo, per quanto attraente in generale, perde di interesse nel caso dei giudizi su cui si fonda la raccolta dei dati su S&T: questo diviene evidente non appena si consideri che affinché un giudizio possa entrare nella conoscenza scientifica accettata su di esso deve essere ottenuta un’approvazione di carattere interpersonale, per cui l’indicatore che ne risulta avrà sempre in qualche misura carattere “intersoggettivo”. Inoltre, nonostante alcuni esempi discutibili rintracciabili nella letteratura fin qui prodotta nell’ambito della *Innovation Economics*, esempi connessi a impostazioni metodologiche che gli studi di filosofia della scienza hanno da tempo accantonato, quando si passi ad adottare punti di vista più evoluti risulta chiaro che il termine “teorico”, riguardante concetti di portata universale, va contrapposto a quello di (spiegazione) “*ad hoc*”, e non a “pratico” (Popper, 2002). Concetti di natura universale dotati di un contenuto pratico possono ben esistere, e in effetti teorie di utilità pratica sono presenti, per esempio, nel campo della ricerca applicata. Di conseguenza, la classificazione a quattro categorie è stata superata, e si propone di sostituirla con una tassonomia più sofisticata e complessa, fondata su criteri che auspicabilmente non ne limitino la portata

all’interno di impostazioni epistemologiche troppo semplicistiche e ristrette.

4. Analizziamo un carattere essenziale della S&T

Allo scopo di ampliare la portata e accrescere la rilevanza della nostra nuova tassonomia degli indicatori della S&T, l’abbiamo fondata su due caratteristiche delle attività scientifiche e tecnologiche le quali ne riguardano inconfutabilmente l’essenza: sia la (astratta) scienza sia la (pratica) tecnologia sono attinenti a **RISULTATI • RIPRODUCIBILI**, e perciò le attività che le riguardano consistono in una ricerca di **SOLUZIONI • GENERALI** – ovvero, né spiegazioni *ad hoc* (nella scienza) né procedure irripetibili (per la tecnologia). Questo carattere basilare di scienza e tecnologia può essere analizzato in tre dimensioni elementari, la cui rilevanza appare ben fondata e invariante rispetto qualsiasi ragionevole approccio metodologico:

- a) il “grado di generalità” della nuova conoscenza originale;
- b) l’opposizione fra la ricerca (scientifica) di conoscenza astratta e ricerca (tecnologica) di conoscenza pratica;
- c) la natura delle attività scientifiche e tecnologiche quali vie razionali per cercare risposte a domande che l’umanità si pone e per provvedere ai suoi bisogni materiali.

Dalla relazione binaria **SOLUZIONI • GENERALI**, tenendo simultaneamente conto dello spartiacque *Scienza versus Tecnologia*, possono essere derivate tre coppie di caratteri gemelli in opposizione fra loro:

- A) problemi *versus* soluzioni;
- B) generali *versus* specifici;
- C) astratti *versus* pratici.

Ne vengono generate: “due” (quanti sono i poli in ciascuna opposizione di caratteri) “elevato alla terza potenza” (tre sono le dimensioni su cui si articola la tassonomia) cioè “otto” categorie di indicatori della S&T. Esaminiamo in dettaglio queste categorie, usando le qualificazioni attribuite a ciascuna per descrivere ed etichettare secondo criteri razionali i differenti tipi di indicatori individuati dalla nostra tassonomia.

5. Le otto categorie

(I) *Scienza contemplativa*

Per prima consideriamo la categoria di indicatori su quelle attività di S&T che consistono nello studio

di problemi • generali • astratti.

L'OCSE pone basi chiare e ferme per la misurazione degli *input* umani e finanziari investiti in quest'attività, che il suo "*Frascati Manual*" qualifica come "Ricerca pura" (o "di base").

(II) *Ricerca finalizzata su problemi generali*

La seconda categoria è composta da indicatori che misurano l'attività S&T identificata dalla tripletta: problemi • generali • pratici.

Anche questi indicatori vengono nitidamente identificati dal *Frascati Manual*, che fornisce agli studiosi e agli statistici una base sicura per la misurazione della attività denominata "Ricerca applicata".

(III) *Letteratura scientifica*

La terza categoria della nostra tassonomia è composta da indicatori che misurano attività S&T che hanno prodotto soluzioni • generali • astratte.

Gli scienziati normalmente propongono nuove soluzioni ai problemi sollevati dai programmi di ricerca delle loro discipline di appartenenza, e le sottopongono al vaglio dei pari, pubblicandole. I conteggi delle pubblicazioni sono spesso ritenuti procedure sensate attraverso le quali pesare la produzione scientifica, a condizione che la valutazione della ricerca fondata su tali conteggi si estenda a campioni statistici abbastanza ampi da compensare le rilevanti differenze tra la qualità di singole pubblicazioni e tra la qualità di singole citazioni.

(IV) *Innovazioni tecnologiche*

La nostra quarta categoria comprende indicatori usati per rilevare attività di S&T che abbiano prodotto: soluzioni • generali • pratiche.

Essi sono gli indicatori che misurano l'introduzione di nuovi modi di soddisfare bisogni pratici di natura generale: in altri termini, innovazioni tecnologiche. Circa le indagini statistiche per la raccolta dei dati che originano questi indicatori, l'OCSE stabilisce diretti-ve cogenti e limpide con il suo "*Oslo Manual*".

(V) *Scienza sperimentale*

La quinta categoria include gli indicatori riguardanti le attività S&T intese a risolvere soluzioni • specifiche • astratte tramite la ricerca di nuove osservazioni empiriche.

Il progresso che in definitiva una osservazione empirica di nuovo genere apporterebbe alla conoscenza in una disciplina scientifica può essere a volte impossibile da predire perfino per gli specialisti. Gli indicatori plausibilmente attribuiti alla Categoria (V) riguarderanno misure di *input*, come l'investimento nella strumentazione necessaria per svolgere espe-

rimenti scientifici, e le retribuzioni pagate al personale coinvolto in progetti di ricerca sperimentale. In realtà, queste stime indirette potrebbero ragionevolmente approssimare l'importanza che, *ex ante*, sia la comunità scientifica sia l'operatore pubblico che ne segue l'avviso attribuiscono a una questione astratta specifica.

(VI) *Engineering*

La sesta categoria della nostra tassonomia copre gli indicatori da cui sono misurate le attività che hanno prodotto soluzioni • specifiche • pratiche.

Tali indicatori dovrebbero stimare correttamente il valore delle predizioni specifiche ottenibili dalla conoscenza teorica correntemente accettata, predizioni dalle quali gli ingegneri possono derivare nuove applicazioni pratiche. È assai difficile stimare con precisione il valore di questa conoscenza per il sistema economico e per la società nel suo complesso. Gli statistici tipicamente dovranno ripiegare su approssimazioni indirette, come l'investimento in attività di *engineering*.

(VII) *Sintesi statistiche*

La settima categoria è intesa ad includere quegli indicatori che misurino le attività S&T svolte da ricercatori che si occupino di problemi • specifici • astratti. Essa consiste principalmente di unità di misura che stimano il valore attribuito dagli scienziati e dall'operatore pubblico alla raccolta di dati mirata a derivare conclusioni generali attraverso la loro elaborazione: per esempio, risorse umane e finanziarie destinate a uffici statistici nazionali. Questa categoria è speculare a quella "Scienza sperimentale". In linea di principio, le attività classificate nella Categoria "Scienza sperimentale" prendono l'avvio con la concezione (fondata su osservazioni empiriche o su spunti di qualsiasi altra natura) di teorie, le quali governano la successiva ricerca di evidenza empirica, destinata a corroborare provvisoriamente o a confutare le ipotesi teoriche. Reciprocamente, le attività incluse nella Categoria "Sintesi statistiche" iniziano con la raccolta di una (ipoteticamente data) evidenza empirica, a cui fanno seguito tentativi di generalizzare, applicando metodi della Statistica induttiva, le proprietà che i dati paiono mostrare.

(VIII) *Ricerca finalizzata su problemi particolari*

L'ultima delle nostre categorie si riferisce a indicatori che rilevano l'attività S&T identificata dalla tripletta problemi • specifici • pratici: ovvero, dati sugli *input* investiti in "Sviluppo sperimentale", seguendo la definizione che il *Frascati Manual* stabilisce per questa attività di ricerca.

6. Conclusioni: applicazioni possibili della nostra tassonomia in studi futuri

I criteri che il nostro schema adotta per distinguere gli indicatori S&T sono utili per descrivere e spiegare i livelli quantitativi delle attività di R&I nei sistemi nazionali di innovazione. Considerando che tali indicatori misurano le circostanze iniziali assunte come date in queste spiegazioni e le loro predizioni circa le attività S&T risultanti, lo scopo è quello di permettere agli studiosi di trarre inferenze del tutto nuove risalendo il percorso logico seguito per costruire la tassonomia, di modo che ciascuno degli indicatori utilizzati da una teoria possa essere più finemente analizzato in una terna di caratteri determinanti. A partire da qui si potranno formare le otto triplete da noi identificate, il che permetterà, si spera, una più profonda comprensione dei processi sottostanti all'innovazione tecnologica e al progresso scientifico.

Riferimenti bibliografici

De Marchi M., (2016), A Taxonomy of S&T Indicators, *Scientometrics*, Vo. 106, pp. 1265-8.

- Gaudin B., (2004), *Measurement and Statistics on Science and Technology: 1920 to the Present*, Routledge, London.
- Kuhn T., (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago Univ. Press, Chicago.
- Oecd, (2015), *Frascati Manual*, (Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development), Paris.
- Oecd, (2018), *Oslo Manual*, (The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities), Paris.
- Popper K. R., (1992), *The Logic of Scientific Discovery*, Routledge, London.

MARIO DE MARCHI

Mario De Marchi è ricercatore presso la sede romana dell'Istituto di ricerca sulla crescita e l'economia sostenibile del Consiglio nazionale delle ricerche (IRCrES-CNR) dal 2011 e studia il progresso scientifico e il cambiamento tecnologico, tentando di conciliare le nozioni apprese grazie all'originaria formazione da economista con l'uso di strumenti e principi a cui si è avvicinato successivamente grazie a studi riguardanti la metodologia della scienza. Prima di approdare all'IRCrES-CNR egli era stato ricercatore presso l'ISRDS-CNR, vivendo una stagione di apprendimento felice sotto la guida illuminata e affettuosa del Professor Paolo Bisogno, un'avventura intellettuale entusiasmante di cui serba un ricordo indelebile.

Contatti:

mario.demarchi@ircres.cnr.it