Per definizione

Di Luca Granieri
Editor: Federico Forneris
Revisore esperto: Luca Calatroni
Revisore naive: Valentina Speranzini

Parole Chiave: Comunicazione Scientifica, Definizione, Definizione operativa, Filosofia, Linguaggio, Matematica, Religione, Scrittura

Permalink: http://informa.airicerca.org/it/2016/03/07/per-definizione

definizione
/de·fi·ni·zió·ne/
sostantivo femminile

1. Il complesso degli elementi volti a caratterizzare e circoscrivere un'entità sul piano concettuale.
"d. esatta"
Per definizione, per antonomasia, automaticamente.
La formulazione dei risultati di un procedimento logico discorsivo. (*"la d. del concetto di bellezza"*)
Definizione nominale, che si limita a chiarire il significato del termine.
Definizione reale, che esprime (o si presume che esprima) i caratteri essenziali dell'oggetto definito.
In lessicografia, la descrizione del campo semantico di una parola.
In matematica, la proposizione che descrive chiaramente e sinteticamente un ente matematico servendosi di termini noti.
In fisica: definizione formale (o relazione di definizione), l'equazione che lega una grandezza ad altre già definite o, in particolare, a grandezze fondamentali di un sistema di unità di misura.

2. Nella tecnica fotografica, cinematografica e televisiva, precisione e nitidezza dell'immagine.

3. Atto risolutivo di una questione, spec. giuridica.

Gli aspetti che distinguono il discorso scientifico da quello comune sono tanti e variegati. Uno di questi è senz'altro il problema della definizione. Mentre nella vita di tutti i giorni possiamo permetterci di lasciare il nostro discorso più o meno sul vago, nel fare scienza occorre circoscrivere accuratamente i termini del discorso, definendo in modo rigoroso gli oggetti di cui ci si occupa in modo che tutti sappiano con precisione di cosa si stia parlando. E il problema di definire rigorosamente i termini scientifici non è per niente banale.

Se non diversamente specificato, i contenuti di questo articolo sono distribuiti con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non Commerciale - Non Opere Derivate (Alcuni diritti riservati - CC BY-NC-ND 4.0).

Intanto, ci si accorge presto che non tutto può essere definito. Immaginiamo di prendere il vocabolario per cercare il significato di una parola a noi sconosciuta. Il vocabolario ci spiega il significato di questa nuova parola, ma, naturalmente, per farlo utilizza a sua volta altre parole, sperando che quest'ultime siano di nostra più facile comprensione. Così, andando a ritroso parola per parola, bisogna necessariamente arrivare a parole che non sono ulteriormente spiegate e il cui significato va assunto come dato. In altri termini, il passaggio da una parola all'altra non può proseguire in eterno. Per poterci intendere dobbiamo prima o poi arrivare a termini *primitivi*, non suscettibili di ulteriore spiegazione, ed ai quali possiamo al più attribuire un significato intuitivo e/o convenzionale.

Così, anche in una teoria scientifica, in particolare in matematica e in fisica, ci sono degli oggetti primitivi che, come si dice, vanno assunti per buoni. Dunque, per evitare un regresso infinito, bisogna fissare dei punti di partenza, considerando quest'ultimi come enti primitivi che accettiamo senza un'ulteriore definizione.

Negli Elementi di Euclide (300 a.c. circa) ad esempio, che molti avranno incontrato durante il proprio percorso scolastico, si possono leggere le prime definizioni della geometria:

- Il punto è ciò che non ha parti,
- Una linea è una lunghezza senza larghezza,
- Linea retta è quella che giace ugualmente rispetto ai suoi punti.

Ma cosa vuol dire non avere parti? Significa forse essere indivisibile? I punti sono dunque una specie di *atomi* della geometria? Ma allora hanno o non hanno una misura? E cosa dobbiamo intendere per lunghezza senza larghezza? Qualcosa di estremamente sottile? Ma quanto sottile?

Ai nostri occhi moderni, da un punto di vista strettamente scientifico, tali definizioni non sono certo accettabili. Esse infatti utilizzano espressioni il cui significato è perlomeno ambiguo o oscuro, come l'espressione *giacere ugualmente rispetto ai suoi punti*. E' chiaro che Euclide sta tentando di spiegare i termini utilizzati nella geometria ai suoi lettori, in modo da renderli maggiormente comprensibili (si veda anche [1][2]).

Ma una buona definizione di un oggetto deve utilizzare elementi che siano stati essi stessi già definiti in precedenza. Altrimenti si otterrebbe in qualche modo un *circolo vizioso*. Ma non sempre è facile rispettare questa semplice regola. Ad esempio, nel definire la *probabilità classica* talvolta si dice che *la probabilità è il rapporto tra i casi favorevoli e quelli possibili se quest'ultimi sono equi-probabili*. Ovviamente, il problema è che il concetto di probabilità compare nella sua stessa definizione, essendo necessario sapere cosa vuol dire avere la stessa probabilità (equiprobabili).

Pertanto, il concetto di probabilità, o meglio il problema della sua definizione matematica, si rivela molto più sottile del previsto e di fatti esistono diversi modi per introdurlo (si veda ad esempio [3][4] per una introduzione al tema).

Man mano che le nostre conoscenze aumentano, possono anche cambiare le nostre definizioni. Ad esempio, nella *geometria analitica* la retta può essere definita, mentre si trattava di un termine primitivo nella geometria euclidea, identificandola con *le soluzioni di un'equazione algebrica di primo grado*. Quindi, un termine primitivo in una teoria, come ad esempio la retta nella geometria euclidea, può diventare un termine *derivato* in un'altra teoria, come la stessa retta nella geometria analitica.

Anche i numeri interi, che tutti pensiamo di conoscere, possono essere *definiti* a partire da oggetti più fondamentali, ricorrendo alla cosiddetta *Teoria degli Insiemi* (si veda ad esempio [5]). Ovviamente, in tale contesto il numero diventa un oggetto piuttosto lontano da quello che utilizziamo nella vita quotidiana. Tant'è vero che il matematico, nonché premio Nobel per la letteratura, B. Russell, portando all'estremo tali circostanze, una volta affermò: *La matematica è quella scienza in cui nessuno sa veramente di cosa si stia parlando né se quello che si dice sia vero*. La prima parte dell'affermazione di Russell si riferisce non soltanto al problema degli enti primitivi ma anche, forse, alla sempre più ampia astrazione degli oggetti matematici che diventano sempre più lontani dal nostro modo di pensarli e di parlarne.

Anche nelle scienze fisiche, le definizioni non sono fissate una volta per sempre ma seguono un, a volte tortuoso, percorso storico. L'unità di misura della lunghezza, il metro, veniva in passato definito come la lunghezza di una sbarretta di platino-iridio conservata nell'Ufficio Internazionale dei Pesi e delle Misure a Sèvres (Francia). Per vari motivi, una tale definizione non è soddisfacente. In effetti, il campione conservato in museo, per quanta cura si possa avere, non è inalterabile e soggetto ad esempio alle conseguenze (dilatazione ecc.) dovute a escursioni termiche, alla corrosione ecc., per non parlare della difficoltà di riprodurre altri campioni per poter effettuare concretamente le misure.

A partire dal 1800, con l'avvento di misurazioni sempre più precise della velocità della luce, incoronata da Einstein come una costante universale della natura, oggi il metro è definito proprio utilizzando la velocità della luce stessa.

Se non diversamente specificato, i contenuti di questo articolo sono distribuiti con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non Commerciale - Non Opere Derivate (Alcuni diritti riservati - CC BY-NC-ND 4.0).

Nel 1983 il metro è stato così definito:

il metro è la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in 2, 99792458 $\times 10^{-8}$ *secondi*

Naturalmente, più complesso è l'oggetto del nostro studio e più complicato risulta trovarne una definizione adeguata. Quale potrebbe ad esempio essere una definizione di Dio? Nel vecchio catechismo della Chiesa Cattolica, redatto da Papa Pio X, ad esempio si legge: *Chi è Dio? Dio è l'essere perfettissimo*…, ma bisognerebbe spiegare cosa significhi *essere* e cosa significhi *perfettissimo*. E potremmo discutere per secoli, come del resto è stato fatto, su queste questioni. La seguente è la definizione di Dio data dal famoso matematico e logico K. Godel [6]:

$$G(x) \equiv (\varphi)\,[\varphi(x) \subset P(\varphi)]$$

Sommariamente, questa formula di Godel si inserisce in una formalizzazione in teoria degli insiemi ispirata al famoso argomento ontologico di Sant'Anselmo d'Aosta, che nella versione di Godel recita più o meno così: *Se Dio è possibile, allora esiste necessariamente. Ma poiché Dio è possibile, allora Dio esiste necessariamente*. Per far funzionare questo argomento Godel propone allora di definire Dio (indicato con $G(x)$) come quell'ente che possiede tutte e sole le *proprietà positive* (indicate con φ). Un'analisi dettagliata della definizione e dell'argomento di Godel su Dio richiederebbe parecchio lavoro e per ulteriori chiarimenti e precisazioni rimandiamo il lettore direttamente a [7]. Qui ci interessa soltanto rimarcare la consistente difficoltà del trovare una definizione soddisfacente, se mai ce ne possa essere una. Quella di Godel è certamente una definizione più *scientifica*, ma si potrebbe discutere a lungo se e quanto possa corrispondere a ciò che usualmente pensiamo che Dio sia o possa essere. Ma bisogna fare di necessità virtù. E spesso la definizione ha proprio il compito di circoscrivere in qualche modo gli aspetti che possono essere oggetto di indagine scientifica.

Questo accade ad esempio nell'utilizzo della cosiddetta *definizione operativa*, molto utilizzata in fisica. In questo caso più che sull'oggetto in sé, ci si concentra su delle procedure (operazioni) che possano produrre l'oggetto da definire. In altre parole, ci si accontenta di poter costruire operativamente il nostro oggetto di studio. Pensiamo ad esempio al concetto di *tempo*. Sant'Agostino (354-430) dice nelle *Confessioni* per il tempo: *Che cos'è dunque il tempo? Quando nessuno me lo chiede, lo so; ma se qualcuno me lo chiede e voglio spiegarglielo, non lo so!* Tutti pensiamo di sapere cosa sia il tempo, come tante altre cose. Ma spesso, ad una riflessione più attenta, ci scontriamo con un significato sfuggente.

Una volta, quando ero ancora un dottorando di ricerca, in una delle solite discussioni davanti alla macchinetta del caffè con il mio compagno di ufficio, tornammo in stanza ancora in disaccordo. Il fatto è che non riuscivamo a venire a capo del motivo delle nostre divergenze. Dopo diversi momenti di silenzio riuscimmo a capirne il motivo. In effetti stavamo parlando di una proprietà di alcuni enti geometrici particolari chiamati geodetiche. Il motivo del nostro disaccordo era legato alla nostra formazione, ed era alla fine un problema di *definizione*. Io infatti avevo una formazione più analitica e per me geodetica significava: *curva di minima lunghezza*. Così, nel piano, la strada più breve per andare da un punto ad un altro è il segmento congiungente i due punti. Le geodetiche sono pertanto delle rette. Mentre sulla sfera le geodetiche sono cerchi di raggio massimo, come ad esempio i meridiani lungo la superficie terrestre. In geometria (differenziale) queste curve geodetiche si possono anche ottenere risolvendo un'equazione (differenziale) detta appunto equazione delle geodetiche, tanto che in quel contesto molto spesso per geodetica si intende proprio una soluzione dell'equazione delle geodetiche. E così era per il mio amico che aveva una formazione più geometrica rispetto alla mia.

In molti casi questi due concetti (curva di minima lunghezza e soluzione dell'equazione delle geodetiche) coincidono e si tratta soltanto di due modi diversi per descrivere lo stesso oggetto. Ma non è sempre così. Dunque, c'è sempre una certa possibilità di fraintendimenti. Ma per fare un discorso scientifico occorre eliminare o limitare al massimo le ambiguità, precisando in modo oggettivo e inequivocabile di cosa si sta parlando. Questa esigenza può anche portare a estremi sacrifici, limitando e semplificando accuratamente gli oggetti del nostro discorso. Nel caso specifico del tempo, una definizione operativa si limiterebbe a dire che *il tempo della fisica è quello misurato dall'orologio*. Può sembrare strano, ma questo modo di vedere le cose, che può apparire *riduttivo*, ha poi portato molti progressi. Basti pensare alla relatività di Einstein nelle quale gli orologi, pur essendo perfettamente funzionanti, si comportano in modi piuttosto lontani dalla nostra intuizione. Ad esempio, dalla relatività si deduce che orologi in moto rispetto a noi marciano più lentamente rispetto a quelli che portiamo al polso. Cosa che è stata puntualmente verificata facendo viaggiare orologi atomici precisissimi a bordo di aerei.

E non si tratta soltanto del problema di come si chiamano le cose. Spesso questo ideale di precisione, che è fondante perlomeno nella matematica e nella fisica, non è possibile perseguirlo totalmente nelle altre scienze o nella filosofia. Qual è ad esempio la definizione di vita? Si tratta di un buon esercizio: cosa intendiamo per essere vivente? Avete trovato una definizione

Se non diversamente specificato, i contenuti di questo articolo sono distribuiti con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non Commerciale - Non Opere Derivate (Alcuni diritti riservati - CC BY-NC-ND 4.0).

adatta? Il fatto è che a quanto pare non esiste una definizione rigorosa al 100% o capace di comprendere tutte le caratteristiche che in qualche modo associeremmo ad un essere vivente. In casi limite come per certi virus ([8][9]) non è chiaro se debbano essere considerati esseri viventi o meno.

'Vita' è una di quelle parole che chiunque crede di capire, pur non essendo poi in grado di darne una spiegazione ragionevole. (Un po' come successe a sant'Agostino con la parola 'tempo'.) […] Credo che risulterà impossibile -e oggi più che mai- dare una definizione esauriente della parola e quindi anche del concetto di 'vita'. […] L'insufficienza delle scienze nei confronti della vita ha tuttavia, secondo me, ragioni più profonde. Probabilmente non è un caso che fra tutte le scienze sia proprio la biologia quella che non riesce a definire l'oggetto che studia: noi non disponiamo di una definizione scientifica della vita. […] Una scienza che non è neppure in condizione di dare una definizione giusta ed esauriente del proprio oggetto, come la biologia nei confronti della vita, dovrebbe essere più modesta. E invece nella sua veste moderna di biologia molecolare è diventata la più superba di tutte le scienze [10].

In [11] il fisico Tipler parla di condizioni scientifiche che assicurerebbero l'immortalità. Ma in tale contesto l'essere vivente, e in particolare gli uomini, sono considerati (e *definiti)* come una *macchina a stati finiti*. Ma anche il nostro cellulare è una macchina a stati finiti. Se si accetta tale definizione, e in tal caso anche un'automobile dovrebbe forse essere considerata un essere vivente, allora ci potrebbero (forse) essere le condizioni per una qualche vita eterna. Dunque, non sempre il processo di definizione va a buon fine.

Del resto, talvolta gli scienziati hanno utilizzato oggetti pur non avendone una definizione rigorosa. Così è stato ad esempio per i concetti di continuità, di infinitesimi, ecc. introdotti nel calcolo differenziale a partire dal XVII secolo ma sistemati rigorosamente soltanto nei secoli successivi con quella che oggi chiamiamo *analisi matematica*. Come può anche capitare di tentare di definire enti fisici poi rivelatisi superflui (e quindi *inesistenti*), come è stato per il concetto di *flogisto* o di *etere luminifero* (si veda ad esempio [12]).

Definire correttamente le cose non è facile e talvolta insidioso. Come abbiamo visto nel caso della *vita*. Dobbiamo forse concludere che la vita non possa essere indagata scientificamente? No, ma senza dubbio tutto questo ci costringe a ridimensionare un tantino il nostro concetto di *scienza*. Anzi, sarebbe meglio parlare di *scienze* e non di scienza tout court. Oggi mi pare che ci sia una certa inflazione nell'utilizzare il termine *scienza* associandolo a discipline molto diverse e lontane tra loro, forse anche per dare loro maggiore importanza, credibilità, rigorosità ecc. Così si parla ad esempio di *scienze dell'educazione, scienze della formazione, scienze religiose ecc.* Anche la ginnastica a scuola non si chiama più *educazione fisica* ma *scienze motorie*. Ma quello che si può realizzare (o dimostrare) in matematica, o in meccanica celeste o nella fisica delle particelle non sempre è possibile nella biologia o psicologia ecc., anche a causa della difficoltà di circoscrivere accuratamente gli oggetti di studio di ogni singola disciplina (su questi temi si veda anche [13]). Pertanto, il problema della definizione ci riporta con i piedi per terra ma ci sprona anche a proseguire spediti nella meravigliosa avventura dell'indagine scientifica dell'universo.

Bibliografia

[1] E. Giusti, Ipotesi sulla natura degli oggetti matematici, Boringhieri, 1999.
[2] L. Granieri, Elementi di matematica. Matematica elementare pre-universitaria, La Dotta Edizioni, 2013.
[3] A. D. Aczel, Chance, Cortina Editore, 2005.
[4] D. Costantini, I fondamenti storico-filosofici delle discipline statistico-probabilistiche, Boringhieri, 2004.
[5] G. Lolli, Guida alla teoria degli insiemi, Springer, 2008.
[6][7] K. Godel, la prova matematica dell'esistenza di Dio, Boringhieri, 2006.
[8] Villareal, I virus sono vivi? Le Scienze, febbraio 2005.
[9] F. Jabr, Perché la vita, in realtà, non esiste, Scientific American, dicembre 2013, Le Scienze news dicembre 2013.
[10] E. Chargaff, Mistero impenetrabile, Lindau, 2009.
[11] F. J. Tipler, La fisica dell'immortalità, Mondadori, 1995.
[12] E. Bencivenga, I passi falsi della scienza, Garzanti, 2003.
[13] L. Granieri, Dio c'è e la scienza… La Dotta Edizioni, 2015.

Autore: Luca Granieri
Luca Granieri è dottore di ricerca in matematica. Ha svolto attività di ricerca in diverse Università e centri di ricerca. E' autore di numerose pubblicazioni scientifiche, nonché di scritti divulgativi e didattici.

Info sui Revisori di questo articolo

- **Luca Calatroni**, sta completando il suo dottorato presso il Cambridge Centre for Analysis (CCA) e il Cambridge Image Analysis all'Università di Cambridge, UK.
- **Valentina Speranzini** è postdoc in biologia molecolare e strutturale presso l'Università di Pavia (IT).

Se non diversamente specificato, i contenuti di questo articolo sono distribuiti con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non Commerciale - Non Opere Derivate (Alcuni diritti riservati - CC BY-NC-ND 4.0).