



Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

Master in Comunicazione della Scienza
"Franco Prattico"

LA DIVULGAZIONE CHE CONTA

Studio dell'utilizzo dei dati quantitativi nel numero commemorativo *Le Scienze* 1968-2018

Tesi di

Davide Lillo

Relatore

Daniele Gouthier

Anno Accademico 2018/2019

Sommario

INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1 – I DATI QUANTITATIVI NELLA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA	4
1.1 COMUNICARE LA SCIENZA ATTRAVERSO I NUMERI	4
1.2 LA VISUALIZZAZIONE DEI DATI NUMERICI: IL DATA JOURNALISM	5
1.3 IL RUOLO DEI DATI QUANTITATIVI NELLA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA.....	7
1.4 QUALI DATI QUANTITATIVI?	12
1.5 LA MATEMATICA DEI DATI QUANTITATIVI	15
1.6 DATI QUANTITATIVI E <i>NUMERACY</i> DEL FRUITORE.....	16
CAPITOLO 2 – OGGETTO DELL’INDAGINE: I DATI QUANTITATIVI NELLA COMUNICAZIONE CARTACEA DELLA FISICA E DELLA MATEMATICA IN AMBITO NON SPECIALISTICO	20
2.1 <i>LE SCIENZE: L’ALTA DIVULGAZIONE CARTACEA IN ITALIA</i>	20
2.2 IL NUMERO COMMEMORATIVO.....	23
2.3 CI FOCALIZZIAMO SU MATEMATICA E FISICA.....	26
2.4 PERCHÉ MATEMATICA E FISICA?.....	28
CAPITOLO 3 – METODI DI RICERCA	32
3.1 CAMPIONAMENTO	33
3.2 COSTRUZIONE DELLA GRIGLIA DI ANALISI.....	35
<i>Categorie di analisi</i>	36
<i>Indicatori</i>	38
<i>Valori degli indicatori</i>	40
<i>Indicatori esclusi</i>	42
CAPITOLO 4 – RISULTATI	44
4.1 NUMEROSITÀ DEI DATI QUANTITATIVI	44
4.2 POSIZIONE NELL’IMPAGINATO E REPERIBILITÀ NELLA LETTURA	46
4.3 RESA	50
4.4 NOTAZIONE MATEMATICA	53
4.5 UNITÀ DI MISURA.....	56
4.6 NOZIONE ESPRESSA DAI DATI.....	60
4.7 AMBITO DI INFORMAZIONE DEI DATI	62
4.8 FINALITÀ DI UTILIZZO DEI DATI	63
4.9 SINTASSI LIMITROFA	64
CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE	66
CONCLUSIONI	69
RIFERIMENTI	71

Introduzione

Obiettivo di questo lavoro di tesi è l'esplorazione dell'ecosistema dei dati quantitativi (ossia matematicamente formulati) presenti nelle pubblicazioni di matematica e fisica all'interno di una speciale uscita commemorativa di *Le Scienze*, traduzione italiana del mensile statunitense *Scientific American*, pubblicata per il 50esimo anniversario della sua nascita. Il numero commemorativo raccoglie 35 articoli apparsi nel corso della storia editoriale della testata. Di questa raccolta, ci siamo focalizzati sui 16 articoli che trattano argomenti di matematica e fisica.

La scelta del campione appena descritto è dovuta, come vedremo, al suo alto livello di significatività nel rappresentare il generico impiego dei dati quantitativi nella divulgazione scientifica italiana, essendo *Le Scienze* un prodotto editoriale forte di un prestigio consolidato nei suoi cinquant'anni di esistenza, oltre al fatto che la matematica e la fisica sono le discipline maggiormente basate sul formalismo matematico ed è quindi ipotizzabile che anche la loro comunicazione richieda un utilizzo più estensivo e variegato di dati quantitativi che in altre discipline.

Per svolgere l'analisi abbiamo innanzitutto definito cosa è da intendere con *dato quantitativo*, riferendolo a quelle informazioni veicolate al lettore attraverso elaborazioni numeriche, numerali o matematiche. Fissati i capisaldi dell'indagine, abbiamo passato in rassegna i 16 articoli e filtrato le sole porzioni di informazione conformi ai prerequisiti. La raccolta ha indotto, anche a partire dal nostro background culturale, una griglia di indicatori a variabile multipla in cui incasellare i dati per un'analisi del contenuto mediale (in questo caso di pubblicazioni cartacee). Interrogando la griglia di analisi abbiamo riscontrato una serie di evidenze sulla visibilità, sul formato, sul contenuto e sulla finalità dei dati, che hanno costituito la base di partenza per una riflessione, per alcuni aspetti cronologica, sull'impiego dei dati quantitativi nella divulgazione scientifica su carta in Italia.

CAPITOLO 1 – I DATI QUANTITATIVI NELLA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

1.1 Comunicare la scienza attraverso i numeri

Esiste un detto a Roma che recita “le chiacchiere stanno a zero”. È impiegato per ribadire l’inutilità di opinioni o speculazioni soggettive quando è il momento di fare il punto della situazione o di risolvere un problema. Il concetto è, per così dire, tradotto in numeri: lo zero quantifica metaforicamente l’utilità delle chiacchiere in queste contingenze.

Sia il detto che la metafora numerica con cui è reso riassumono sorprendentemente bene, seppur involontariamente, un’attitudine comunicativa che è oggi sempre più trainante nei flussi d’informazione giornalistici e non, e inevitabilmente anche nei processi di comunicazione della scienza: quella di avvalorare fatti e opinioni per diminuire il rischio che siano recepiti come “chiacchiere”; e per farlo, conviene spesso affidarsi a un formalismo che punti all’insindacabilità: il formalismo numerico¹. È ironico, in questo senso, che nel proverbio le chiacchiere siano bollate come tali attraverso un numero, quasi a sancirne con rigore l’inutilità.

Il portato di credibilità dell’utilizzo di informazioni numeriche non deve farci pensare che la comunicazione della scienza veleggi verso una terra di informazioni inossidabili da cui germinare opinioni univoche sulla realtà. Anzi, oltre a costituire la prova dei fatti da raccontare, le informazioni numeriche fanno soprattutto da leva per la costruzione di intere narrazioni. Una volta selezionate e “impiattate” ad hoc, le informazioni numeriche possono avvalorare, in linea di principio, l’opinione più arbitraria, garantendole un certo margine di autorevolezza.

¹ Li N., Brossard D., Scheufele D. A., Wilson P.H., Rose K.M. *Communicating data: interactive infographics, scientific data and credibility*, JCOM, 2018

In effetti le informazioni numeriche, ossia i dati comunemente intesi, non sono mai neutre: tralasciando la possibilità, sempre presente e spesso tradotta in occasione anche nella produzione scientifica², di alterarli e modificarli in funzione della tesi da esporre, gli stessi numeri con cui descriviamo e delimitiamo un fatto notiziabile possono essere maneggiati per supportare due tesi anche diametralmente opposte. Esiste infatti la possibilità che gli stessi dati relativi a un oggetto di contesa siano interpretati in modi diversi dalle parti della disputa³.

Il dato numerico è quindi intrinsecamente legato alla sua interpretazione, la sua chiave di lettura: raccontare che, in un paese di 10 000 abitanti, 2 persone hanno contratto una patologia può sembrare poco allarmante; se però i casi registrati fino al giorno prima sono 2, l'incidenza della patologia è aumentata in un giorno del 100% e la notizia, così posta, assume un tono più preoccupato (e preoccupante).

Quello che possiamo associare al costante aumento dell'utilizzo di dati per corroborare fatti e opinioni non è quindi un corrispettivo aumento dell'oggettività delle informazioni veicolate, ma una graduale diversificazione dei metodi con cui le informazioni numeriche sono trasmesse, perché metodi diversi danno risultati diversi non solo in termini di chiarezza espositiva ma anche, o soprattutto, di interpretazione. È proprio il metodo comunicativo, nell'esempio appena fatto, a sancire come il dato numerico relativo all'incidenza della patologia viene strumentalizzato. Ne risulta un'estrema versatilità dei dati numerici nei processi comunicativi, inclusi quelli intorno alla scienza.

1.2 La visualizzazione dei dati numerici: il data journalism

In questo processo di diversificazione delle modalità di trasmissione dei dati numerici, l'analisi quantitativa e la visualizzazione grafica dei dati sono senza dubbio tecniche giornalistiche e d'indagine attualmente oggetto di aspettative e numerosi sforzi di

² Shaw C., *Hundreds of open access journals accept fake science paper*, The Guardian, 2013

³ Lord C.G., Ross L., Lepper M.R., *Biased assimilation and attitude polarization: the effects of prior theories on subsequently considered evidence*, Journal of Personality and Social Psychology, 1979

ricerca^{4,5}. Nell'odierno panorama giornalistico è infatti ormai imprescindibile il discorso, avviato sin dagli anni Sessanta, del *giornalismo di precisione*⁶, termine evoluto nel cosiddetto *data journalism*.

L'efficacia e l'appeal del *data journalism* sono da ricondurre all'approccio di produzione di notizie e di resa dei fatti, che si avvicina al metodo scientifico nell'elaborazione e conferma di ipotesi e nell'estrazione di informazioni e tendenze. Senza soffermarci sulle modalità di produzione di notizie, è la resa proposta al lettore l'aspetto vicino agli interessi dietro il nostro lavoro. La presentazione innovativa del dato è infatti uno degli elementi che stanno contribuendo alla fortuna del *data journalism*, complice la pleora di soluzioni tecnologiche al suo servizio, sia hardware (touchscreen su tutti) sia software (pacchetti di *data visualization*). Infografiche che attingono a piene mani dal graphic design⁷, grafici interattivi consultabili online, tabelle e mappe "parlanti" e persino minigame⁸ sono concepiti per vedere i dati, "toccarli", esplorarli personalmente. Operazioni che non solo consentono al fruitore di oggi di apprendere attivamente e costruirsi un'opinione articolata, ma sono soprattutto elementi di motivazione e catalizzatori di attenzione (merce rara nella società della rete). Il *data journalism* è quindi un esempio dell'attitudine crescente di dare valore strategico ai dati e al modo di presentarli, in questo caso attraverso modalità grafiche e interattive.

Con questo vogliamo sottolineare come le modalità di visualizzazione di una quantità numerica concorrono in misura non banale all'inquadramento della stessa in una cornice di significati. In questo lavoro ci interessa quindi esplorare come i dati numerici sono formulati e presentati in un particolare prodotto editoriale di comunicazione della scienza, senza però desumere automaticamente l'interpretazione che può innescare.

⁴ Coddington M., *Clarifying journalism's quantitative turn: a typology for evaluating data journalism, computational journalism, and computer-assisted reporting*, Taylor & Francis, 2015

⁵ Lewis S.C., *Journalism in an era of big data: cases, concepts and critiques*, Taylor & Francis, 2015

⁶ Meyer P., *Precision Journalism: A Reporter's Introduction to Social Science Methods*, Rowman & Littlefield Publishers, 2002

⁷ Brown J.R., Earnshaw R., Jern M., Vince J., *Visualization: using computer graphics to explore data and present information*, Wiley, 1995

⁸ *Millennials are screwed*, The Huffington Post <https://highline.huffingtonpost.com/articles/en/poor-millennials/?mobile=1>

Sappiamo infatti che la resa del dato ne condiziona l'interpretazione, ma non intendiamo indagare, date le dimensioni del nostro lavoro, le eventuali correlazioni tra resa e interpretazione, che sono soggette a una moltitudine di variabili. Ci limiteremo a esplorare la **formulazione matematica** adottata nella presentazione dei dati numerici, consci che questo abbia una qualche influenza sul target e sulle sue costruzioni di senso ma astenendoci dall'identificare tali influenze.

1.3 Il ruolo dei dati quantitativi nella comunicazione della scienza

Nell'ecosistema della comunicazione della scienza grande attenzione deve essere data a bisogni, background, prospettive e limitazioni delle nicchie a cui ci si rivolge per instaurare un processo comunicativo efficace⁹. Un'attitudine osservativa in grado di elaborare le pratiche più adatte della comunicazione della scienza rappresenta un aspetto chiave dell'odierna ricerca in materia, tanto da aver ispirato la promozione di una "scienza della comunicazione della scienza"¹⁰.

In un processo comunicativo che abbia per oggetto contenuti scientifici, a prescindere dall'intento informativo o assertivo che sia, tre aspetti dell'audience influenzano certamente il linguaggio e le modalità da adottare:

- le conoscenze preesistenti in campo scientifico (1);
- le competenze di lettura e interpretazione di informazioni quantitative (2);
- le chiavi socioculturali con cui le informazioni nuove vengono elaborate (3).

Se volessimo condensarli in una sola parola, i tre aspetti menzionati sarebbero la conoscenza (1), le competenze di lettura di informazioni numeriche (2) e il pensiero critico (3). Questi fattori spiegano perché la stessa informazione scientifica può essere compresa e percepita non univocamente da un individuo a un altro. L'elenco proposto non vuole essere una schematizzazione rigida e i fattori elencati sono spesso

⁹ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Communicating science effectively: a research agenda*, The National Academies Press, 2017

¹⁰ Kahan D.M., *What is the "science of science communication"?*, JCOM, 2015

compenetrabili, ma l'approssimazione ci è utile per delineare la direttrice del nostro lavoro.

Secondo una diffusa seppur sbrigativa¹¹ interpretazione del Rapporto Bodmer¹², il primo e il terzo aspetto citati sarebbero strettamente connessi (associazione cardine per il cosiddetto *deficit model*): se un pubblico conosce i risultati in campo scientifico (incrementando la propria, cosiddetta, “alfabetizzazione scientifica” o *science literacy*¹³) il suo atteggiamento verso la scienza e verso gli attori della scienza sarebbe automaticamente aperto, benevolo, dialogico e fiducioso. Questa riduzione concettuale del deficit model attribuisce alla diffusione dei contenuti scientifici la chiave per la costruzione di cittadinanza scientifica, intesa in senso stretto come la partecipazione attiva dell'individuo o della sua nicchia nella formazione di un'opinione e, in generale, di una narrativa e un criterio decisionale riguardo la scienza e il suo portato. Saperne di scienza sarebbe quindi la base per apprezzare l'importanza di un risultato scientifico, dare fiducia al ruolo della scienza nel progresso e nel miglioramento della vita, discutere di problemi legati alla scienza ed elaborare nuove evidenze nel modo più costruttivo.



Una riduzione del deficit model. La freccia indica un rapporto di condizionamento.

L'odierna risonanza sociale di fenomeni di sfiducia nei confronti della comunità scientifica e dei suoi metodi decisionali (no vax, negazionismo dell'emergenza climatica ecc) sarebbe da ricollegare alla disseminazione di nozioni scientifiche scarse o scadenti. In realtà, negli ultimi anni è in atto un significativo aumento, in atto negli

¹¹ Short D.B., *The public understanding of science: 30 years of the Bodmer report*, The School Science Review, 2013

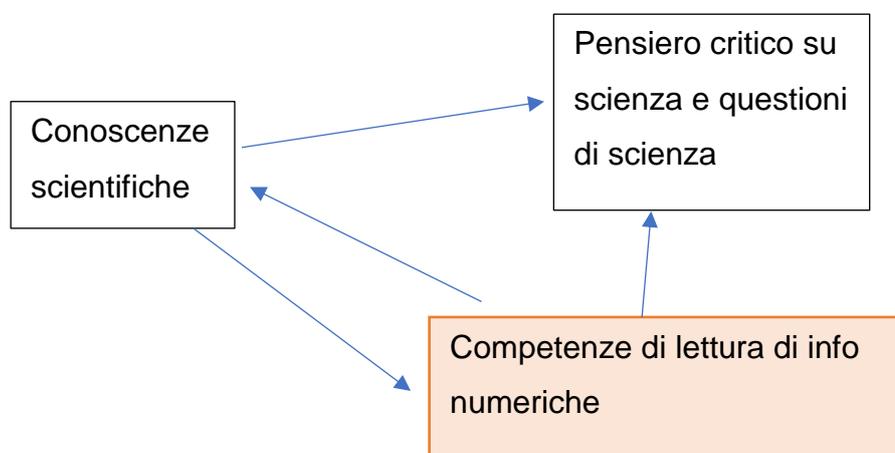
¹² Bodmer W., *The public understanding of science*, Royal Society, 1986

¹³ Roberts D.A., *Scientific literacy/science literacy*, Handbook of research on Science Education, Taylor & Francis, 2013

ultimi anni, della richiesta di informazioni scientifiche affidabili da parte del grande pubblico¹⁴, grazie all'enorme fluidificazione dei canali comunicativi apportata dal web. Quello che invece pare essere molto meno diffusa¹⁵ è la conoscenza dei metodi scientifici e, in generale, dei binari epistemologici che strutturano il pensare scientifico, anche quando si tratta di analizzare dati scientifici per ricavarne considerazioni. Lo stesso Bodmer scriveva nel suo rapporto:

“Understanding includes not just the facts of science, but also the method and its limitations as well as an appreciation of the practical and social implications. A basic understanding of statistics including the nature of risks, uncertainty and variability, and an ability to assimilate numerical data are also an essential part of understanding science.”

L'estratto afferma che capire la scienza richiede il possesso di un'adeguata griglia cognitiva con cui analizzarne evidenze e metodi. Gli autori auspicavano con lungimiranza la diffusione, in società, di nozioni statistiche utili a comprendere come la scienza quantifica evidenze e rischi della realtà, nonché le incertezze dei suoi modelli.



Le competenze di lettura di dati numerici garantiscono quindi l'accesso non solo alle evidenze prodotte della scienza, ma anche al suo modo di concettualizzare la realtà.

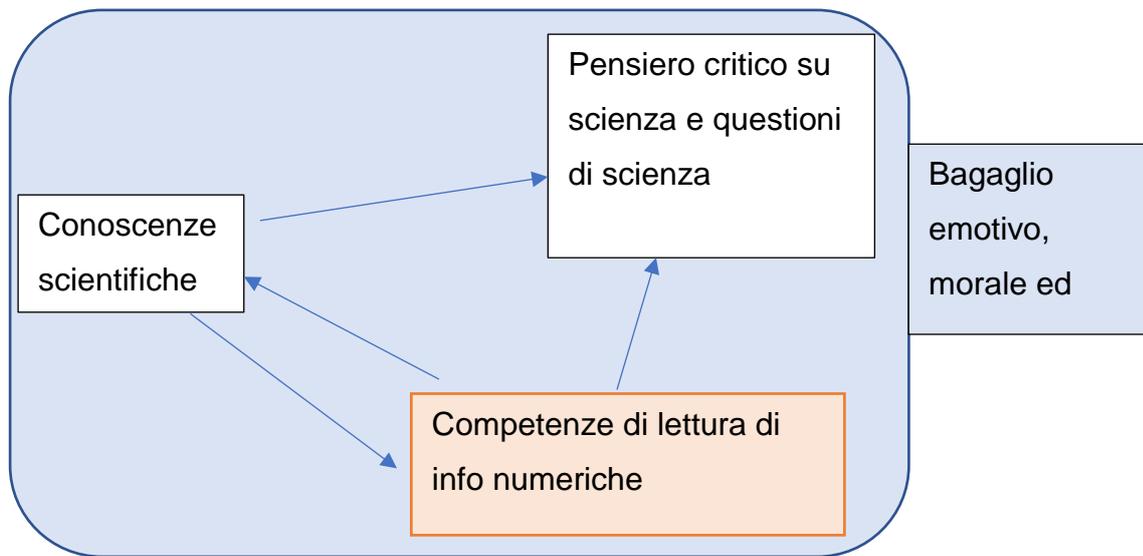
¹⁴ Hunter P, *The communication gap between scientists and public*, Wiley, 2016

¹⁵ Hallman W.K., *What the public thinks and knows about science – and why it matters*, The Oxford handbook of the Science of Science Communication, Oxford University Press, 2017

Nell'odierna codifica del *public engagement of science e technology*¹⁶, le diverse attività di comunicazione della scienza concernono quindi non solo i risultati della produzione scientifica di conoscenza, ma anche i metodi e le modalità con cui sono ottenuti. I numeri sono utilizzati anche affinché i destinatari dei flussi informativi possano dimensionare gli sforzi dietro un risultato, le risorse impiegate, le procedure e le tempistiche, nonché per quantificare l'impatto del risultato e modellare previsioni a partire da esso. Questi aspetti sono dovuti al ruolo attivo incarnato dal pubblico e dalle sue diverse nicchie nell'ecosistema della comunicazione della scienza, sempre più interessate ai processi decisionali e alle riflessioni sociali della scienza funzionalmente alla costruzione di un pensiero critico.

L'evoluzione e stratificazione, negli ultimi trent'anni, della società dell'informazione ha ampliato questo quadro portando gli studiosi della comunicazione della scienza a riconoscere nelle griglie di pensiero di ciascuno, ossia nel condensato personale di esperienze, inclinazioni e processi tanto logici quanto emotivi, un elemento che permea l'intero grafico. Il bagaglio personale del destinatario del prodotto comunicativo plasma infatti le sue esigenze informative, ossia cosa quel destinatario o la sua nicchia ha interesse a sapere e trova notiziabile.

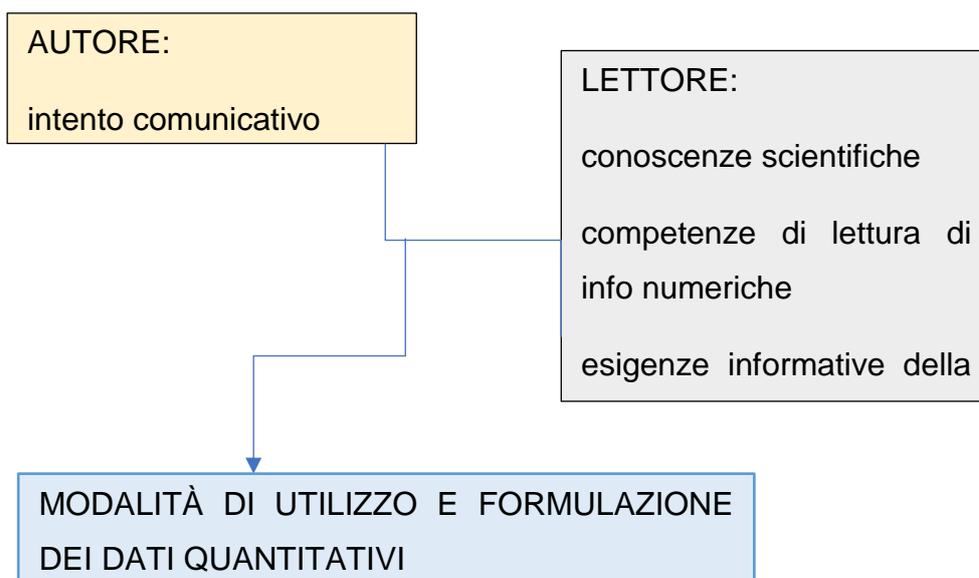
¹⁶ American Association for the Advancement of Science, *From PUS to PEST*, Science n.298, 2002



Si tratta di un elemento che può condizionare fortemente gli altri tre fattori, e spiega per esempio perché le conoscenze scientifiche possono influenzare positivamente, non influenzare o addirittura condizionare negativamente un atteggiamento nei confronti di un argomento attinente alla scienza. In realtà, le conoscenze scientifiche non sono neanche un prerequisito per avere un'opinione su un argomento. Diverse indagini mostrano per esempio che la maggioranza del grande pubblico è a favore della segnalazione, in etichetta, della presenza di OGM nei prodotti alimentari, sebbene una fetta molto più esigua di popolazione dimostri di saperne di OGM e di saperne analizzare le ripercussioni¹⁷.

In questa breve analisi abbiamo messo in risalto diversi fattori che condizionano le modalità di utilizzo e formulazione dei dati quantitativi. Li riassumiamo di seguito.

¹⁷ McFadden B.R., Lusk, J.L. *What consumers don't know about genetically modified food, and how that affects beliefs*, The FASEB Journal, 2016



Alla luce di quanto mostrato, il nostro obiettivo di ricerca può essere articolato con maggiore precisione: intendiamo esplorare la presenza, la diversificazione degli ambiti di impiego e la formulazione matematica dei dati quantitativi all'interno di uno specifico prodotto di comunicazione della scienza che abbiamo selezionato come campione per l'indagine. Questa esplorazione dovrebbe consentirci indirettamente di riflettere sul ruolo dei numeri nella comunicazione della scienza come veicoli di informazioni ed elementi concorrenti nella formazione di una narrativa della scienza e dei suoi attori. Inoltre, ci permetterà di estrarre, indirettamente, un ipotetico profilo di competenze richieste al lettore per recepire e interpretare correttamente i contenuti convogliati in formato numerico.

1.4 Quali dati quantitativi?

Per avviare la nostra analisi conviene delimitare con precisione cosa intendiamo con "dato quantitativo", così da usare questa definizione come filtro con cui selezionare il materiale di indagine. Nella comunicazione della scienza, ma anche nella cognizione implicata nella vita di tutti i giorni, l'aspetto quantitativo di un'informazione può essere elaborato in più di un senso. Quantificare qualcosa è infatti un processo cognitivo

sfaccettato e oggi largamente studiato, al punto che molte interpretazioni diverse si prestano al difficile compito di comprenderlo¹⁸. Oltre al processo mentale di fare conteggi e associare un numero a una proprietà, quantificare può anche voler dire fornire una misura del grande e del piccolo, stabilire una relazione d'ordine e, a più alti livelli di astrazione, implica anche visualizzare l'ordine di grandezza di una moltitudine e associare i valori di una quantità al comportamento di un'altra quantità, ossia concettualizzare dipendenze tra variabili quantitative.

Tutti i processi di cognizione numerica menzionati possono essere formalizzati ed espressi nelle modalità più disparate. Tra queste, la prima che viene in mente è il formalismo numerico-matematico, a cui possiamo affiancare anche procedimenti di quantificazione per analogie o metafore, quantificazioni mediante linguaggi grafici, ma anche quantificazioni squisitamente qualitative, a dispetto dell'apparente ossimoro, che si avvalgono dei costrutti sintattici forniti dalla comunicazione verbale (avverbi quantitativi, per esempio) per dimensionare qualcosa e rispondere senza l'ausilio di numeri alla domanda "quanto?". Esempio è la metafora con cui l'articolo di *Le Scienze* sul bosone di Higgs¹⁹ racconta la difficoltà di rilevare segnali potenzialmente interessanti nel mare di particelle generate dalle collisioni di protoni:

"è come bere acqua da un idrante cercando allo stesso tempo di estrarre minuscoli granelli d'oro con i denti"

Non si può negare l'estrema efficacia della similitudine nel quantificare la bassissima incidenza relativa dei decadimenti di Higgs rispetto a un fondo di segnali sperimentali, eppure questa efficacia non è stata mutuata da alcun numero o espressione matematica.

I dati quantitativi non sono perciò inquadrabili solo in termini dell'atto mentale che rappresentano (contare, confrontare, dimensionare, mettere in relazione ecc.), ma anche in termini del formato con cui questo atto mentale è espletato (numerico, verbale, figurato, qualitativo ecc.). Tra i possibili formati, abbiamo quindi operato una

¹⁸ Giaquinto M., *Philosophy of Number*, The Oxford Handbook of Numerical Cognition, 2015

¹⁹ Tonelli G., Wu S.L., Riordan M., *Il bosone di Higgs, finalmente*, Le Scienze n.530, 2012

prima selezione scegliendo di includere, nella nostra definizione di dato quantitativo, solo quelle informazioni presentate in un linguaggio marcatamente matematico, sia esso numerico che verbale. Il linguaggio matematico fornisce infatti, per sua stessa essenza, una convenzione comunicativa fatta di simboli e formalismi elaborati appositamente per essere inequivocabili, versatili e, per così dire, “snelli”, cioè privi di ridondanze espressive. La matematica è in questo senso un armamentario intellettuale di segni e concetti che fanno da scatole cognitive privilegiate in cui elaborare informazioni quantitative: privilegiate perché l’educazione obbligatoria di tutte le società odierne fa sì che già dall’infanzia la nostra cognizione numerica sia allenata e incrementata con gli strumenti di concettualizzazione simbolica forniti dalla matematica. Strumenti che, storicamente, sono diventati universali in tutte le culture: per esempio, in tutti i libri di matematica del mondo si utilizza il concetto di potenza per indicare una moltiplicazione ripetuta dello stesso numero, e in tutti i libri il formalismo della potenza è espresso con il numero di fattori scritto in apice accanto al fattore che viene moltiplicato.

$$3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3$$

Tutti i cittadini che sono stati alfabetizzati sia dal punto di vista letterale che numerico, nella stragrande maggioranza dei casi attraverso l’istruzione obbligatoria, possiedono un’impalcatura matematica quasi automatica con cui elaborare ed esprimere il “quanto”. Questa attitudine costituisce, per alcuni studiosi, la base stessa del processo cognitivo: secondo la teoria del “nominalismo”²⁰, numerare qualcosa diventa così associare a un oggetto numerale un numero, per esempio a tre mele il segno 3. Quantificare o mettere in relazioni d’ordine è dunque un processo che si svolge in un sistema di segnaposti, per l’appunto, nominali. Quando pensiamo a un numero, per esempio 26, ciò che è presente nel pensiero non sarebbe una rappresentazione di 26 oggetti, ma solo il lemma numerale 26, situato tra il 25 e il 27.

²⁰ Marshall O.R., *Toward a Kripkean Concept of Number*, CUNY Academic Works, 2016

Evitando di dilungarci nelle varie teorizzazioni della cognizione numerica, alla luce di quanto detto possiamo delimitare in via preliminare cosa intendiamo con dato quantitativo riferendoci alle sole informazioni elaborate per mezzo di **concetti numerici e, in generale, matematici**. Nella fattispecie, designeremo come dato quantitativo una qualsiasi cardinalità di insiemi o una qualsiasi numerazione di una certa proprietà di un oggetto. In sintesi, per noi un dato quantitativo sarà sicuramente:

- una cardinalità di insiemi;
- una proprietà numerabile di un qualsiasi oggetto.

Si è detto “in via preliminare” perché questa definizione, applicata ai flussi informativi della comunicazione della scienza, non rappresenta in toto le modalità di quantificazione adoperate nella comunicazione della scienza.

1.5 La matematica dei dati quantitativi

Abbiamo anticipato che l'atto mentale di quantificare può anche voler dire stabilire una relazione quantitativa tra due o più oggetti o stimare l'ordine di grandezza di una proprietà. Avendo scelto di selezionare dati quantitativi elaborati con strumenti matematici, le casistiche citate sono naturalmente comprese nell'insieme di questi strumenti. Possiamo quindi riconoscere un dato quantitativo anche in un'operazione aritmetica, un'equazione o una correlazione tra quantità numeriche. Per il nostro lavoro il dato quantitativo, inteso come informazione matematicamente formulata, non designa la sola cardinalità o proprietà numerabile di insiemi e oggetti, ma può anche presentarsi come una qualsiasi relazione matematica tra cardinalità e proprietà numerabili. L'estensione del nostro dominio di interesse permette, di rimando, di allargare anche il ventaglio di formati possibili con cui il dato può essere presentato: il grafico che rappresenta, in un piano cartesiano, la dipendenza di una quantità da un'altra fornisce una visualizzazione immediata di una relazione matematica da cui è possibile apprezzare una certa evidenza teorica o sperimentale senza ricorrere a parole o numeri. Non è un caso che i grafici matematici siano il prodotto principale della ricerca scientifica, specialmente nelle scienze pure: un grafico, la cosiddetta

Figure delle pubblicazioni scientifiche, è il modo più efficace, dal punto di vista comunicativo, per condensare i propri avanzamenti in un formato organico che spesso parla da solo. Ovviamente, come tutti i dati quantitativi, anche i grafici sono comunque da corredare con assi di valori, unità di misura, *caption* e note a margine per fornirne la corretta cornice interpretativa, ma l'esempio del grafico, tenendo presente anche il suo largo utilizzo nel data journalism, ci conforta nel ritenere la nostra definizione allargata di dato quantitativo in qualche modo coerente e coesa.

Un caso particolare che tuttavia siamo costretti a escludere dalla nostra accezione di dato quantitativo è la *variabile letterale*. La frase "una stella di raggio r ", dal punto di vista cognitivo e comunicativo, non fornisce infatti nessuna quantificazione numerica effettiva, oltre all'associazione astratta della proprietà numerabile *raggio* a un numero non precisato rappresentato da r . Da questo esempio deduciamo che l'astrazione simbolica implica la designazione di un qualche oggetto dal punto di vista nominale senza coinvolgere contenuti prettamente numerici. Ciò nonostante, se le singole quantità astratte a e b non rientrano nel nostro dominio di definizione del dato quantitativo, operazioni del tipo $a+b$ sono invece da intendersi come dati perché la relazione che associa ad a e b la somma $a+b$ coinvolge la matematica sia dal punto di vista simbolico (il segno $+$) che cognitivo (devo concepire due numeri al posto di a e b e sommarli).

In definitiva, in virtù di quanto detto finora, per noi un'informazione è classificabile come dato quantitativo se si tratta di:

- una quantità numerica, sia essa pura o associata a unità di misura, incluse le sue approssimazioni numeriche per ordine di grandezza;
- un'espressione aritmetica, sia tra numeri sia tra quantità letterali;
- una funzione matematica o dipendenza tra grandezze matematicamente specificata.

1.6 Dati quantitativi e numeracy del fruitore

Aver delineato un'accezione marcatamente numerica/matematica di dato quantitativo ci permette di individuare, di rimando, un quadro di competenze necessarie per

recepire ed elaborare correttamente le informazioni quantitative inserite in un flusso di comunicazione della scienza. A partire dalla nostra definizione possiamo, in altre parole, ipotizzare indirettamente un certo profilo di *numeracy*²¹, o alfabetizzazione numerica, richiesto per comprendere i dati quantitativi che abbiamo definito. Esistono diverse definizioni di *numeracy*, ma in generale possiamo sintetizzarla come la capacità di far di conto unita alla capacità di esprimere e comprendere relazioni matematiche nei vari formati in cui possono comparire. Possiamo altresì supporre che la nostra definizione di dato quantitativo corrisponda quindi a qualsiasi informazione che attiva competenze attinenti alla *numeracy*.

Abbiamo già descritto brevemente il ruolo della *numeracy* all'interno dei flussi di comunicazione della scienza, ma in realtà l'alfabetizzazione numerica riveste un ruolo chiave in tutti gli aspetti della nostra vita cittadina: è stata infatti individuata ufficialmente come **competenza chiave dell'apprendimento permanente** già a partire dalla Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 18 dicembre 2006²², in cui l'UE ha sollecitato gli Stati membri a sviluppare, nell'ambito delle loro politiche educative, strategie per assicurare che l'istruzione e la formazione iniziali offrano a tutti i giovani gli strumenti per sviluppare tali competenze, a un livello tale da essere pronti alla vita adulta, lavorativa e non, oltre che a nuove occasioni di apprendimento. Queste competenze sono il punto di arrivo odierno di un vasto confronto scientifico e culturale sulle competenze necessarie per essere cittadini consapevoli, pronti ad affrontare situazioni nuove e dotati di spirito critico, caratteristiche di utilità ubiqua in tutti gli ambiti della vita. È emblematico che tra le competenze chiave figurino, appena sotto la comunicazione nella madrelingua o nelle lingue straniere, la competenza matematica.

A valle della Raccomandazione europea, il MIUR ha raccolto in un allegato al decreto ministeriale n. 139 del 22 agosto 2007 le **competenze chiave di cittadinanza** da

²¹ Peters E. et al., *Numeracy and decision making*, Sage Journals, 2006

²² *Raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 dicembre 2006, relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente*, OJ L 394, 30.12.2006, p. 10–18

acquisire al termine dell'istruzione obbligatoria. Tra queste competenze, elenchiamo di seguito le voci che coinvolgono direttamente la *numeracy*²³:

- **Comunicare:** comprendere messaggi di genere diverso (quotidiano, letterario, tecnico, scientifico) e di complessità diversa, trasmessi utilizzando linguaggi diversi (verbale, matematico, scientifico, simbolico ecc.) mediante diversi supporti (cartacei, informatici e multimediali); rappresentare eventi, fenomeni, principi, concetti, norme, procedure, atteggiamenti, stati d'animo, emozioni, ecc. utilizzando linguaggi diversi (verbale, matematico, scientifico, simbolico ecc.) e diverse conoscenze disciplinari, mediante diversi supporti (cartacei, informatici e multimediali);
- **Individuare collegamenti e relazioni:** individuare e rappresentare, elaborando argomentazioni coerenti, collegamenti e relazioni tra fenomeni, eventi e concetti diversi, anche appartenenti a diversi ambiti disciplinari, e lontani nello spazio e nel tempo, cogliendone la natura sistemica, individuando analogie e differenze, coerenze e incoerenze, cause ed effetti e la loro natura probabilistica;
- **Acquisire e interpretare l'informazione:** acquisire ed interpretare criticamente l'informazione ricevuta nei diversi ambiti ed attraverso diversi strumenti comunicativi, valutandone l'attendibilità e l'utilità, distinguendo fatti e opinioni.

Queste competenze illustrano l'importanza della *numeracy* in virtù del suo vasto dominio di applicazione nelle attività intellettive di tutti i giorni. A conferma di ciò, tra i quattro **assi culturali** individuati dal MIUR nel decreto ministeriale n. 139 ci sono un asse dedicato, l'**asse matematico**, e un asse che risente direttamente delle competenze di *numeracy*, l'**asse scientifico-tecnologico**. Questo asse chiama in causa la conoscenza *della* scienza ma anche una conoscenza *sulla* scienza, in senso sia procedurale, cioè di come si costruisce il sapere scientifico e quanto è affidabile, sia epistemico, cioè la comprensione di termini fondativi quali *teoria*, *ipotesi*, *dato*, *modello*. L'asse matematico invece ha l'obiettivo di far acquisire allo studente una competenza matematica che comporta

“la capacità e la disponibilità a usare modelli matematici di pensiero (dialettico e algoritmico) e di rappresentazione grafica e simbolica (formule, modelli, costrutti, grafici, carte), la capacità di comprendere ed esprimere adeguatamente informazioni

²³ *Competenze chiave di cittadinanza da acquisire al termine dell'istruzione obbligatoria*, https://archivio.pubblica.istruzione.it/normativa/2007/allegati/all2_dm139new.pdf

qualitative e quantitative, di esplorare situazioni problematiche, di porsi e risolvere problemi, di progettare e costruire modelli di situazioni reali.”

Finalità dell'asse matematico è quindi

“l’acquisizione al termine dell’obbligo d’istruzione delle abilità necessarie per applicare i principi e i processi matematici di base nel contesto quotidiano della sfera domestica e sul lavoro, nonché per seguire e vagliare la coerenza logica delle argomentazioni proprie e altrui in molteplici contesti di indagine conoscitiva e di decisione.”

Il MIUR delinea infine nel decreto le seguenti competenze di base dell'asse matematico a conclusione dell'obbligo di istruzione:

Utilizzare le tecniche e le procedure del calcolo aritmetico ed algebrico, rappresentandole anche sotto forma grafica

Confrontare ed analizzare figure geometriche, individuando invarianti e relazioni

Individuare le strategie appropriate per la soluzione di problemi

Analizzare dati e interpretarli sviluppando deduzioni e ragionamenti sugli stessi anche con l’ausilio di rappresentazioni grafiche, usando consapevolmente gli strumenti di calcolo e le potenzialità offerte da applicazioni specifiche di tipo informatico

Tutte queste voci sono richieste nella ricezione, comprensione e rielaborazione dei dati quantitativi contenuti in un flusso di comunicazione della scienza. Abbiamo quindi una ulteriore conferma della centralità del dato quantitativo nel suo duplice ruolo di attivatore di competenze e veicolo di informazioni.

CAPITOLO 2 – OGGETTO DELL’INDAGINE: I DATI QUANTITATIVI NELLA COMUNICAZIONE CARTACEA DELLA FISICA E DELLA MATEMATICA IN AMBITO NON SPECIALISTICO

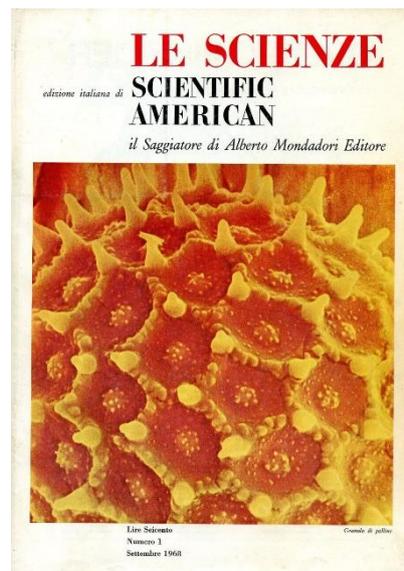
2.1 Le Scienze: l’alta divulgazione cartacea in Italia

Per esplorare l’utilizzo dei dati quantitativi nella comunicazione della scienza abbiamo deciso di focalizzarci su un particolare prodotto editoriale cartaceo pubblicato da *Le Scienze*, la rivista mensile italiana di divulgazione scientifica nata nel 1968 come edizione tradotta della rivista statunitense *Scientific American*, di cui costituì la prima edizione internazionale. Da cinquant’anni, *Le Scienze* tratta i grandi temi delle scoperte scientifiche e delle prospettive tecnologiche, spaziando dalla medicina all’astronomia, dalla fisica all’archeologia con un linguaggio pensato per essere chiaro e accessibile.

Il progetto *Le Scienze* fu ideato dal napoletano Felice Ippolito²⁴, geologo e ingegnere. Ippolito era reduce da una vicenda giudiziaria in cui era stato condannato a 11 anni di carcere (di cui ne scontò due) a seguito di un processo subito per irregolarità amministrative in qualità di segretario generale del CNEN, il Comitato nazionale per l’energia nucleare. Convinto sostenitore dell’importanza strategica, per l’Italia, di affrancarsi dalle filiere energetiche internazionali e dal mercato del petrolio, sempre più invadente, era stato uno dei maggiori artefici dello sviluppo del nucleare italiano tra gli anni Cinquanta e Sessanta, nonché uno dei più attivi promotori della nazionalizzazione dell’industria elettrica che diede vita a Enel. Nell’Italia di quegli anni si stavano contrapponendo due idee di sviluppo del paese: a un blocco conservatore, che identificava nell’industria manifatturiera a basso valore aggiunto il retaggio e il destino economico e culturale italiano, si contrapponeva la spinta di un gruppo di modernizzatori che credeva nel *know-how* italiano per guadagnarsi una posizione di

²⁴ Greco P., *La battaglia di Felice Ippolito*, Lescienze.it, 01/10/2015

avanguardia nel panorama tecnologico e industriale internazionale. La storia vide prevalere la prima corrente e Ippolito, uscito dal carcere, assistette a un generale ridimensionamento dei progetti nucleari italiani in seno alla stessa Enel. Fu in questo periodo che maturò l'idea di investire nell'alta divulgazione scientifica, dove per "alta" si intendeva quella divulgazione effettuata con chiarezza, rigore e credibilità, e di farlo partendo dalla traduzione in italiano della blasonata *Scientific American*, attiva negli Stati Uniti già dal 1845. Non è improbabile supporre che



fosse stato proprio il fallimento della sua visione di sviluppo del paese a portarlo a riflettere sul ruolo della diffusione e percezione della scienza nel tessuto socioeconomico italiano, come chiave di volta per la costruzione di una condivisa prospettiva di crescita sul lungo termine. Quando la pubblicazione di *Le Scienze* fu avviata nel settembre 1968 (in figura la copertina del primo numero), l'Italia della contestazione mostrava segni di insofferenza verso la scienza, considerata collusa con i poteri forti, asservita al capitale, strumento oppressivo di imposizione di un modello positivista di sviluppo che svuotava e alienava l'essere umano. Malgrado i tempi, a credere nel progetto di Ippolito furono Carlo Caracciolo e Alberto Mondadori, che collaborarono attivamente per avviarlo. Caracciolo era all'epoca il maggiore azionista della società editrice Nuove Edizioni Romane, che dal 1955 pubblicava l'Espresso: nel 1956 aveva ricevuto a titolo gratuito il pacchetto azionario più consistente di NER proprio da quella Olivetti che, da alfiere dell'avanguardia tecnologica italiana, pagò pesantemente e in fretta la spinta politica conservatrice che guardava di mal occhio lo sviluppo dell'industria elettronica e delle infrastrutture tecnologiche in Italia. Alberto Mondadori, dal suo canto, era in piena rottura con la casa editrice di famiglia, dalla quale si allontanò definitivamente nel 1969, al culmine di una separazione diventata tangibile sin dalla fondazione de Il Saggiatore nel 1958.

Tre personaggi, dunque, a cavallo di un punto di svolta personale e nazionale e accomunati da una visione pionieristica del ruolo socioeconomico della scienza, furono

i padri effettivi di un'operazione editoriale che in Italia non aveva precedenti, escludendo alcuni periodici di nicchia. L'operazione ebbe successo nonostante i pronostici e il pubblico di *Le Scienze* crebbe fino a raggiungere l'apice di quasi 100.000 copie vendute al mese a metà degli anni Ottanta. Ad oggi, il mensile cartaceo di *Le Scienze* vanta più di 5000 articoli pubblicati e, in linea con gli intenti dei fondatori, punta ancora alla diffusione del rigore metodologico proprio della scienza come base per costruire un modo di pensare utile per affrontare le sfide del progresso e per formulare e risolvere i dibattiti tra scienza e società. Il suo grande elemento di forza è proprio l'autorevolezza dei suoi autori: più di 80 premi Nobel hanno firmato, nei suoi cinquant'anni di attività, un totale di 130 articoli.

Restando fedele a questo proposito, *Le Scienze* ha mantenuto una costante attenzione alle esigenze del suo pubblico, rendendosi capace di adattare la propria offerta editoriale non solo a un generale trend di crescita della curiosità del lettore medio nei confronti delle tematiche scientifiche e del loro impatto sulla società, ma anche al cambiamento e alla diversificazione delle modalità di trasmissione dei contenuti, anche grazie a forti operazioni di restyling come quella voluta da Enrico Bellone, direttore della rivista dal 1995 al 2009, che ha arricchito la proposta divulgativa con un più ampio apparato iconografico, fatto di immagini, grafici, tabelle, ma anche con elementi testuali quali box informativi, digressioni opinioniste e schemi narrativi o esplicativi, e addirittura con spin-off editoriali come *Mente&Cervello* (il primo numero nel 2003). Nel panorama dei periodici cartacei italiani, *Le Scienze* può essere considerata, citando il sito infoclip.it²⁵,

“il più autorevole punto di riferimento in Italia per chi desidera un'attendibile e rigorosa informazione sui grandi temi della scienza e della tecnologia.”

e continua a rivolgersi con successo a un pubblico eterogeneo: studenti con interessi lavorativi o personali in ambito scientifico/accademico, docenti desiderosi di approfondire e restare aggiornati sugli ultimi risultati scientifici, ma anche specialisti

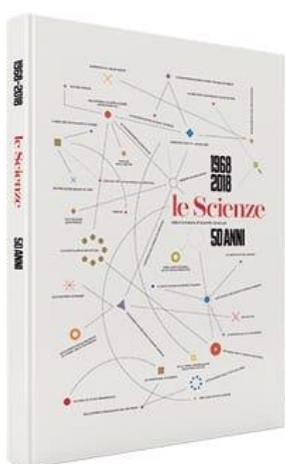
²⁵ https://www.infoclip.it/rivista/Le_Scienze

interessati a tracciare le narrazioni dominanti della comunità scientifica in merito a una scoperta o un dibattito: in generale, *Le Scienze* si rivolge a un target desideroso di informarsi e alimentato da un desiderio di conoscenza anche di natura ricreativa e auto-accrescitiva, oltre che professionale.

Tutti questi elementi rendono *Le Scienze* un campione, se non rappresentativo, sicuramente significativo per quanto riguarda la trattazione dei dati quantitativi come strumenti di narrazione della scienza, dei suoi processi e dei suoi risultati: la sua posizione di rilievo nell'editoria divulgativa scientifica unita alla capacità di mutarsi in funzione della domanda di mercato ci incoraggiano nel considerarla una testata da sempre in grado di rispecchiare fedelmente le pratiche comunicative per come si sono evolute nella storia editoriale cartacea della comunicazione della scienza in Italia, e di espletarle al meglio delle sue capacità. Possiamo affermare senza tema di smentita che *Le Scienze* rappresenti da tempo un *golden standard*, in termini di contenuti e di prassi, della divulgazione scientifica italiana.

Ma perché cartacea e non web? La risposta risiede in un'esigenza di qualità: storicamente, è la stampa cartacea a detenere il primato di qualità autoriale, sebbene il web stia rapidamente colmando il gap.

2.2 Il numero commemorativo



Trovatici al punto di operare una selezione all'interno dell'enorme produzione di *Le Scienze*, un'occasione di campionamento per la nostra indagine ci è giunta da una fortunata ricorrenza del 2018: *Le Scienze* ha infatti celebrato i suoi primi 50 anni di pubblicazioni con un numero speciale (copertina in figura) che, in 35 articoli pionieristici, ripercorre i passi più significativi della scienza dell'ultimo cinquantennio, dal titolo "1968-2018 *Le Scienze* 50 anni".

Questa uscita ci è parsa particolarmente interessante per le seguenti ragioni:

- la **dimensione temporale**: una raccolta commemorativa che estrae 35 pubblicazioni distribuite su mezzo secolo rappresenta per la nostra indagine l'opportunità di una visione grandangolare, sebbene granulare, delle pratiche comunicative adottate nei lavori divulgativi di *Le Scienze* nell'arco di tempo della sua esistenza. La dimensione temporale del nostro campione fornisce innanzitutto una metrica e una parametrizzazione per far emergere possibili trend, ma al contempo demarca una sorta di isolamento tra una pubblicazione e l'altra. Essendo la raccolta una sequenza temporale, comparare pratiche comunicative tra lavori non coevi risulta un'operazione delicata, perché le condizioni a contorno di ciascuno sono estremamente sensibili alle contingenze del momento storico in cui è stato scritto e pubblicato, dal punto di vista politico, economico, sociale, scientifico, demografico e, ovviamente, editoriale. Si può dire che la dimensione temporale sia quindi non comprimibile nella nostra analisi e resterà per noi un esoscheletro comune a tutte le nostre domande di ricerca. Inoltre, l'estrema sensibilità dei prodotti comunicativi della scienza rispetto ai fenomeni umani fa sì che eventuali trend stabili nel tempo siano più facilmente interpretabili e notiziabili rispetto a dinamiche multiformi, perché è metodologicamente più immediato ricostruire i minimi comuni denominatori tra contesti eterogenei che ricollegare le peculiarità di ciascuno alla rispettiva cornice. La trasversalità di questo spaccato editoriale rappresenta comunque un elemento di interesse perché ci permette di osservare eventuali mutamenti, pur senza ipotizzare a priori che forniscano evidenze rilevanti;

- il **contenuto pionieristico**: la selezione fatta da *Le Scienze* per questa uscita commemorativa ha privilegiato lavori che, citando l'introduzione di Marco Cattaneo (l'attuale direttore):
 “dessero uno spaccato fedele della portata dei lavori pubblicati su *Le Scienze* in questo mezzo secolo. Una portata che non si limita alla sola scienza, ma investe tutta la società, e che non si misura solo per l'ampiezza delle discipline che copre, ma soprattutto per la capacità di anticipare temi che sarebbero diventati popolari anni dopo, se non decenni.”
 L'elemento di innovazione apportata in ciascun lavoro rende particolarmente interessante indagare l'utilizzo dei dati quantitativi al suo interno, perché affrontare argomenti a cui il lettore medio è meno che mai familiare, essendo nuovi, implica un'automatica mancanza di riferimenti culturali utili ad agevolare il flusso comunicativo tra autore e lettore. Possiamo quindi ipotizzare che il contenuto di novità insito in ogni pubblicazione induca un utilizzo ponderato delle informazioni quantitative, atto a esaltare gli aspetti di svolta e di innovazione intorno alle nuove evidenze scientifiche riportate. Tuttavia, a fronte della quasi totale matrice accademica degli autori e dell'estrema eterogeneità del loro background storico, geografico, culturale, accademico e linguistico, non è immediato supporre che le scelte comunicative fatte siano state frutto di un'intenzionalità, perché ragionare sulla migliore resa notiziale di un fatto rientra più nella competenza giornalistica che nella genuina attitudine divulgativa dello scienziato. Tuttavia, il fatto stesso che in *Le Scienze* gli autori siano sempre i

fattori principali della scoperta scientifica trattata avrà una qualche influenza nella misura in cui ognuno cerca di “vendere bene” il proprio prodotto conoscitivo, assumendo un ruolo che oggi viene comunemente codificato nelle parole di *conduit* e *agenda-setter*²⁶, a esprimere l’operato di chi trasmette informazioni scientifiche e le relative implicazioni, attira l’attenzione su importanti aree di ricerca, trend e domande irrisolte e convoglia interessi verso le rivoluzioni paradigmatiche del nostro sapere e del nostro know-how.

- il **calibro degli autori**: una raccolta che mette insieme Albert Einstein, Stephen Hawking, Carlo Rubbia, Luigi Luca Cavalli-Sforza, Emmanuelle Charpentier, Carl Sagan, Stephen Jay Gould e in definitiva personaggi di punta del panorama scientifico mondiale fornisce già di per sé un elemento di interesse dettato, oltre che dalla personale curiosità ad affacciarsi all’eloquio e allo stile di scrittura di grandi menti, dall’esposizione sociale di questi scienziati, spesso già famosi su scala mondiale al momento della pubblicazioni (si pensi ad Albert Einstein o a Carl Sagan, vere star della scienza consacrate dalla cultura di massa). Tale esposizione alla società ci porta a pensare che queste penne abbiano avuto, pur introducendo concetti nuovi e meritevoli di cautela espositiva, un riverbero a priori sulla base della loro notorietà. Molti degli autori che sono apparsi su *Le Scienze* hanno contribuito a riscrivere, in punti anche sconvolgenti, l’atlante conoscitivo che l’uomo ha elaborato sulla realtà, e quindi hanno spesso guadagnato una visibilità che di rimando li ha incoronati, su *Le Scienze*, come diretti portavoce delle loro idee e visioni. Se è vero che *Le Scienze* è in qualche modo il golden standard della divulgazione scientifica nel nostro paese, è quindi altrettanto vero che questo standard è stato dettato in una certa misura dalle pratiche comunicative di chi popola le sue pagine, senza sottovalutare ovviamente il lavoro di editing della testata, che tuttavia non abbiamo quantificato. Un po’ come dire: se la star confeziona il suo lavoro in un certo modo, il lettore cercherà di adattarsi ai suoi usi espositivi motivato anche dal solo interesse per la figura che scrive.

Un’ultima ragione ci ha portati a questa scelta: Cattaneo conclude l’introduzione alla raccolta con la frase *“parlando dell’oggi ci prepariamo al futuro”*, nel senso che la lettura a posteriori di queste pubblicazioni ci permette di apprezzare il potere predittivo delle scoperte trattate: un nuovo tassello nella conoscenza rappresenta lo spunto per portare più in là la frontiera dell’ignoto, innescando nuove speculazioni e sviluppi che saranno la struttura portante del percorso verso scoperte successive. Noi intravediamo una chiave di lettura aggiuntiva, più marcatamente didattica: questi lavori, riproposti in

²⁶ Fahy D., Nisbet M.C., *The science journalist online: shifting roles and emerging practices*, Sage Journals, 2011

blocco ai lettori del 2018, portano con sé una traccia involontaria delle competenze di *literacy* e *numeracy* con cui ormai l'odierno lettore deve misurarsi, fornendogli una palestra contestuale per mantenere attive le competenze di cittadinanza via via sempre più decisive nei processi politici, sociali ed economici del nostro tempo. È indubbio che la lettura di *Le Scienze* richieda in ogni caso una certa attitudine a maneggiare informazioni numeriche o matematicamente espresse, e questo valeva 50 anni fa come vale oggi.

2.3 Ci focalizziamo su matematica e fisica

Abbiamo deciso di focalizzare la nostra indagine su uno specifico sottoinsieme delle discipline divulgate nella raccolta commemorativa di *Le Scienze*, ossia la matematica e la fisica. Più precisamente, abbiamo svolto la nostra analisi su tutti quegli articoli del numero commemorativo che avevano come cuore notiziabile un contenuto di matematica e di fisica. La selezione ha prodotto 16 articoli che vanno a costituire il campione finale della nostra analisi del contenuto, di cui 15 di fisica e 1 di matematica. Per le notizie di fisica, laddove un articolo coprisse altre discipline in stretta connessione con la notizia, anche i dati relativi a queste discipline sono stati inclusi nell'analisi, con l'idea di analizzare tutti i dati quantitativi forniti in rapporto a una notizia di ambito matematico e fisico ma anche a supporto di essa, cioè inseriti per:

- spiegare il fenomeno o la scoperta al centro della notizia;
- spiegare il contesto e la cornice storica;
- spiegare conseguenze e speculazioni;
- spiegare le metodologie e le risorse impiegate.

Soffermandoci sulla fisica, questa disciplina del gruppo delle *hard science* possiede e persegue un carattere di generalità che rendono le sue conclusioni ma anche i suoi metodi estremamente trasversali. Molto spesso pietre angolari della conoscenza fisica del nostro universo sono state raggiunte con tecniche astronomiche (onde gravitazionali), con speculazioni matematiche (si veda l'antimateria ipotizzata per la

prima volta da Dirac per risolvere il vincolo matematico imposto dalla causalità nelle equazioni di propagazione di oggetti quantistici), o in contesti tecnologici (la scoperta della radiazione di fondo e della temperatura dell'universo ai Bell Laboratories). E viceversa, le conclusioni della fisica sono da sempre, per loro stessa natura, la leva per importanti avanzamenti in tutti i campi del sapere scientifico. Era quindi prevedibile ritrovare commistioni con altre discipline nelle quattro voci elencate, i cui contenuti sono spesso veicolati attraverso dati quantitativi. Abbiamo analizzato anche questi dati per avere un'idea, in toto, dell'insieme di contenuti comunicati al lettore nelle modalità "numeriche" che abbiamo definito in questo lavoro.

La disciplina più frequentemente presa in causa nelle pubblicazioni di fisica che abbiamo analizzato è l'**astronomia** (9 lavori su 16). Questo non stupisce perché l'universo rappresenta da ormai più di un secolo un vero e proprio laboratorio di fisica moderna in cui fare esperimenti e verificare teorie. Col progredire delle strumentazioni e delle tecniche di indagine, le enormi scale temporali, spaziali ed energetiche dell'universo rappresentano il terreno perfetto per osservare fenomeni non esistenti né realizzabili sul nostro pianeta, peraltro senza il rischio di esserne influenzati o di influenzarli a nostra volta. Il nostro pianeta raduna infatti una miriade di fenomeni naturali interconnessi, decisamente più diversificati dei pochi, e a ben vedere relativamente semplici, meccanismi essenziali di una stella, ma questo immenso ecosistema di variabili si svolge a livelli energetici davvero bassi rispetto ai regimi del cosmo, dove un generale vuoto alla temperatura prossima allo zero assoluto ospita singolarità gravitazionali, temperature di milioni di kelvin o processi nucleari che in prima istanza sono stati la fucina di tutti gli elementi della tavola periodica. Un teatro di proporzioni che si immaginano a fatica e dai dettagli ancora oggi sconcertanti: l'universo, prima con l'indagine del visibile, poi con la radioastronomia e l'osservazione ai raggi X, e infine nel futuro con le onde gravitazionali, ha calato la sua maschera di teatro immutabile rivelandosi un sistema estremamente dinamico, tanto vasto da poter ospitare, con la brutta legge dei grandi numeri, eventi rarissimi. Per quanto la recente scoperta del rarissimo (il più raro mai osservato nella storia umana) del decadimento dello xenon ai laboratori del Gran Sasso ci ricordi che la Terra rimane il nostro laboratorio principale e mai esausto di novità, l'universo ha allargato immensamente

la nostra finestra di indagine sulla realtà fisica fenomenica, consentendoci di lambire domande sulla sua stessa origine e sul suo destino, sull'esistenza e le manifestazioni del tempo e della materia.

Le commistioni tra fisica e astronomia risalgono a ben prima del Novecento. A celebrarne il primo matrimonio fu proprio Isaac Newton, quando capì che le leggi che regolano la caduta dei gravi sono le stesse che scandiscono le orbite dei corpi celesti. Un nodo fondamentale nella storia umana e della scienza, perché per la prima volta il nostro pianeta e i corpi celesti si rivelarono essere programmati con lo stesso linguaggio e gli stessi schemi, in quel "libro scritto con la matematica" intuito da Galileo. Il passo è stato relativamente breve prima che pulsar, quasar e raggi cosmici diventassero, in pochi secoli, set up sperimentali: per confermare la relatività di Einstein, per scoprire la massa dei neutrini, per indagare forme misteriose di materia ed energia (oscuri, perché ancora restie al lasciarsi osservare direttamente).

Oltre all'astronomia, abbiamo riscontrato commistioni anche con le scienze della Terra (2 lavori), dei materiali (3) e con l'informatica (1).

2.4 Perché matematica e fisica?

Proveremo ora a motivare brevemente la nostra decisione di restringere il campione alle sole pubblicazioni di matematica e fisica, includendo le altre discipline solo nell'eventualità in cui fossero coinvolte nell'esposizione.

Il metodo scientifico adotta, a partire da Galileo, un approccio spiccatamente quantitativo in ogni sua fase: la pianificazione dell'esperimento, la formulazione di ipotesi, la lettura e interpretazione delle osservazioni o il raggiungimento di conclusioni. La natura quantificatrice della scienza è visibile sia in approcci scientifici puramente empirici o induttivi, laddove instauriamo correlazioni numeriche tra proprietà osservabili in uno o più processi sensibili (le scienze della vita sono un esempio), sia nel pensiero logico-deduttivo che dà a una teoria la struttura necessaria per raggiungere una spiegazione coerente dell'esperienza osservativa. Il rigore descrittivo

e metodologico, la ripetibilità dei processi e un'innata aspirazione a raggiungere conoscenze valide universalmente rendono i dati numerici e le relazioni numeriche tra essi un aspetto imprescindibile del sapere scientifico, per quanto siano sempre più noti ed evidenti i complicati meccanismi che, nel consorzio umano dedito alla scienza, possono ostacolare questi propositi a valle di intenti non genuinamente conoscitivi. Nel corso dei secoli la scienza ha ideato non solo quantità direttamente misurabili, ma ha anche cercato di misurare e quantificare concetti astratti come il disordine, la simmetria, l'informazione o la perdita di informazione. In altri casi, le quantità formalizzate sono utili per descrivere macroscopicamente scenari composti da innumerevoli elementi aleatori o non controllabili singolarmente, come in fisiologia o nelle teorie di campo medio utilizzate per studiare sistemi fisici con molti corpi in gioco.

Le discipline scientifiche non si avvalgono però dei dati numerici nella stessa misura. Se è vero che i metodi epistemologici del sapere scientifico fanno larghissimo impiego di quantità e proprietà misurabili e numerabili, il contenuto tecnico di ciascuna branca della scienza può essere formulato in termini più o meno numerici. Dividendo grossolanamente il contenuto tecnico di una disciplina in:

- descrizione tassonomica di oggetti e/o proprietà
- descrizione delle interazioni tra gli oggetti e le proprietà

notiamo che la matematica e la fisica si distinguono in qualche modo dalle altre discipline perché gli oggetti stessi della descrizione sono in larga maggioranza proprietà identificabili con numeri o funzioni a valore numerico. Basta confrontare a titolo di esempio la descrizione del ciclo di Krebs in biologia con la descrizione di un buco nero in astrofisica. Nel primo caso la catena consequenziale di interazioni tra molecole può essere descritta in modo qualitativo: "la molecola A scambia l'oggetto B e si trasforma nel composto C" e così via, benché i metodi scientifici adottati per costruire e corroborare la descrizione siano stati irriducibilmente quantitativi. I fenomeni legati a un buco nero sono invece formalizzati principalmente come relazioni matematiche tra proprietà numerabili, come possono esserlo l'evoluzione nel tempo della sua massa o il meccanismo di evaporazione. Questa essenza numerica è

esaltata nella matematica, in cui qualsiasi oggetto di indagine è o rappresenta (nel calcolo simbolico) una forma di quantificazione ed è formalizzato in termini numerici. In altre parole, l'oggetto dell'indagine quantitativa nella matematica e nella fisica è esso stesso una quantità numerabile. In linea di massima, matematica e fisica sono le discipline storicamente più matematizzate, nel senso che maneggiano più frequentemente strumenti matematici ed elaborano le loro conoscenze in forma spesso prettamente numerica, al punto da condensare in un'espressione matematica un intero costruito (basti pensare a $E=mc^2$ e in generale alla formulazione matematica di tutte le leggi fisiche, a fronte di principi generali forniti dall'osservazione empirica).

Un'impostazione più marcatamente numerica della matematica e della fisica non è prerogativa per una comunicazione di queste discipline più votata al linguaggio numerico rispetto alla comunicazione delle altre branche, ma aumenta sicuramente la probabilità che per descrivere un fenomeno o una scoperta si debba ricorrere a un insieme di parametri numerabili. Risulta quindi per noi molto interessante capire quanto e come la comunicazione di scienze matematiche o fortemente matematizzate si avvalga di oggetti informativi che attivano *numeracy*, nell'accezione stabilita nel capitolo 1. È plausibile sospettare che, per una disciplina dal contenuto fortemente pervaso di numeri e di relazioni matematiche, anche il gesto divulgativo possa filtrare un linguaggio numerico più spesso che in altre circostanze comunicative aventi la scienza per oggetto.

Un altro aspetto che ci motiva nella selezione del campione è l'appeal sul grande pubblico della matematica e della fisica per come esso è rilevato dai creatori di contenuti per i media. Esiste una diffusa percezione, nell'editoria come nella divulgazione tout court, che proporre al pubblico italiano contenuti di matematica e fisica sia, con le fortunate eccezioni dell'astronomia e dei libri lucidamente ammiccanti di Carlo Rovelli, un'operazione generalmente a perdere. Si ha paura di annoiare in fretta, poiché il risvolto pratico o anche solo estetico di certi argomenti arriva alla pancia del lettore molto meno di un titolo di scienze della vita, per dirne uno. Le notizie di matematica e fisica sono spesso incasellate dai loro stessi autori come ostiche (Einstein avvertì *Scientific American* della possibilità che il suo articolo, di cui la nostra

raccolta presenta la traduzione, fosse indigesto ai più), convinzione alimentata da pervicaci stereotipi che nascono già a partire dall'esperienza di apprendimento scolastico di queste discipline. L'aura respingente che spesso l'autore teme di addossarsi mentre si imbarca nell'impresa di trasmettere un contenuto di matematica e fisica rende la loro divulgazione un terreno su cui muoversi cauti, e su cui affidarsi anche alla speculazione per stimolare la fascinazione del fruitore. In generale, le notizie di matematica e fisica sono, negli ultimi decenni, meno coperte dai media rispetto alle scienze della vita e devono avere elementi sufficienti e piuttosto evidenti per produrre un "effetto wow" e guadagnarsi visibilità. È quindi utile esplorare la comunicazione numerica di una rivista divulgativa di livello tecnico storicamente alto come *Le Scienze* in quelle discipline poco appetibili per antonomasia come la matematica e la fisica. Non possiamo postulare né presupporre che la comunicazione della matematica e della fisica richiedano o meno dati numerici e attivatori di *numeracy* per essere efficaci o appetibili, ma possiamo sicuramente osservare cosa è stato fatto in questo senso dagli autori di cui *Le Scienze* ha tradotto i lavori, anche a fronte dello stesso intento editoriale di *Le Scienze*.

Sotto questo aspetto è un po' inaspettato osservare che, dei 35 articoli selezionati nella raccolta, ben 16 parlino di matematica o di fisica. Questa è una scelta editoriale compiuta in fase di progettazione della raccolta e come tale non è sintomatica del successo effettivo al tempo delle pubblicazioni, ma rappresenta piuttosto il peso specifico attribuito a questi argomenti dalla direzione editoriale del progetto in termini di portata innovativa. A fronte dell'importanza attribuitale, la collezione proposta dei 16 articoli ci offre uno spaccato di come vengono trasmesse informazioni quantitative quando si introducono fatti nuovi di importanza angolare e dall'elevato livello di formulazione tecnica: una sorta di *threshold* che seleziona "il meglio" della disseminazione della matematica e fisica, sia per contenuto che per *authorship*. Non potevamo ignorare una simile circostanza.

CAPITOLO 3 – METODI DI RICERCA

In questo capitolo illustreremo la metodologia adottata per esplorare la presenza e le caratteristiche dai dati quantitativi nel campione selezionato, laddove per quantitativo si intende un dato che ricade nella definizione elaborata nel capitolo 1, che ripetiamo:

- una quantità numerica, sia essa pura o associata a unità di misura, incluse le sue approssimazioni numeriche per ordine di grandezza;
- un'espressione aritmetica, sia tra numeri sia tra quantità letterali;
- una funzione matematica o dipendenza tra grandezze matematicamente specificata.

La tecnica scelta è l'**analisi quantitativa del contenuto**²⁷ di un documento mediale cartaceo, che consiste nella scomposizione analitica del messaggio veicolato dal documento in esame (per noi il prodotto comunicativo dato dal singolo articolo) in porzioni di messaggio più semplici e delimitate, nella categorizzazione sistematica delle singole porzioni e nell'elaborazione statistica delle categorie allo scopo di produrre inferenze. Preso il corpus testuale e paratestuale di ciascun articolo, lo abbiamo innanzitutto filtrato con un criterio semantico che estraesse le sole informazioni mutuate da un linguaggio matematico, ottenendo per ciascuno dei 16 articoli una lista di lemmi, locuzioni e proposizioni consistenti con la nostra definizione di dato quantitativo. Ogni elemento delle 16 liste costituisce la nostra **unità di analisi**, ossia un pezzo di informazione basato su una singola quantificazione. Ciascuna unità di analisi è stata poi categorizzata attraverso una **griglia di analisi**, costruita ad hoc per caratterizzare il linguaggio matematico in cui l'unità è formulata e il dominio semantico di appartenenza dell'informazione che l'unità trasporta. In questo senso, si tratta di un'analisi squisitamente descrittiva che ci ha consentito però, per alcuni aspetti, di interpretare a valle l'output descrittivo entro i limiti di competenza del nostro lavoro.

²⁷ Berelson B., *Content Analysis in Communication Research*, The Free Press, 1952

3.1 Campionamento

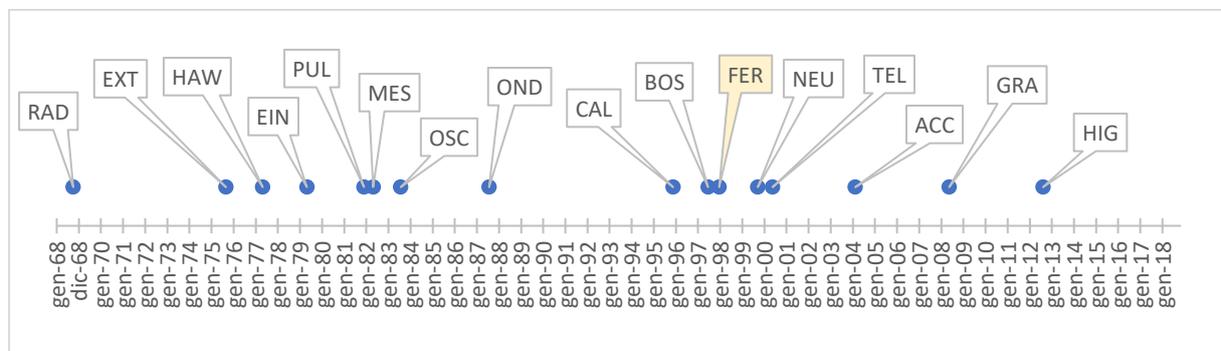
Le 16 unità comunicative selezionate per l'analisi sono i 16 articoli presenti nel numero commemorativo di *Le Scienze* che hanno come fulcro notiziale un contenuto di matematica o fisica. Nella seguente tabella, per ciascun articolo sono riportati titolo, autori, anno di pubblicazione, disciplina di pertinenza (matematica o fisica) e branca specifica, insieme a un codice identificativo composto da una terna univoca di lettere e da una coppia di numeri pari alle ultime due cifre della data di pubblicazione. L'ordine di comparsa degli articoli sarà sempre cronologico, anche nell'analisi dei dati.

CODICE	TITOLO	AUTORE/I	DATA	DISCIPLINA	BRANCA
RAD68	La sfera di fuoco primordiale	P.J.E. Peebles D.T. Wilkinson	ottobre 1968	fis	cosmologia
EXT75	Alla ricerca di intelligenze extraterrestri	C. Sagan F. Drake	settembre 1975	fis	astrobiologia
HAW77	La meccanica quantistica dei buchi neri	S. W. Hawking	maggio 1977	fis	astrofisica
EIN79	Sulla teoria generalizzata della gravitazione	A. Einstein	maggio 1979	fis	relatività
PUL81	Onde gravitazionali da una pulsar orbitante	J. M. Weisberg J. H. Taylor L. A. Fowler	dicembre 1981	fis	astrofisica
RUB82	Alla ricerca dei bosoni vettori intermedi	D. B. Cline C. Rubbia S. van der Meer	maggio 1982	fis	fisica delle particelle
OSC83	La materia oscura nelle galassie a spirale	V. C. Rubin	agosto 1983	fis	astrofisica
OND87	Rivelatori di onde gravitazionali	A. D. Jeffries P. R. Saulson R. E. Spero M. E. Zucker	agosto 1987	fis	astrofisica, relatività

CAL95	Calcolatori quantistici	S. Lloyd	dicembre 1995	fis	meccanica quantistica
BOS97	La condensazione di Bose-Einstein	C. Townsend W. Ketterle S. Stringari	luglio 1997	fis	fisica della materia
FER98	La dimostrazione dell'ultimo teorema di Fermat	S. Singh K. A. Ribet	gennaio 1998	mat	algebra
NEU99	Alla scoperta della massa del neutrino	E. Kearns T. Kajita Y. Totsuka	ottobre 1999	fis	fisica delle particelle
TEL00	Il teletrasporto quantistico	A. Zeilinger	giugno 2000	fis	meccanica quantistica
ACC04	E l'universo accelerò	A. G. Riess M. S. Turner	marzo 2004	fis	cosmologia
GRA08	Le meraviglie del grafene	A. K. Geim P. Kim	giugno 2008	fis	fisica della materia
HIG12	Il bosone di Higgs, finalmente	G. Tonelli S. L. Wu M. Riordan	settembre 2012	fis	fisica delle particelle

Tutti gli articoli della raccolta sono stati tradotti dalla versione originale in inglese apparsa su *Scientific American*, ma non abbiamo registrato la data di pubblicazione della prima versione perché per i nostri scopi è più significativo tenere traccia del momento storico in cui sono stati proposti al pubblico italiano. La traduzione altera inevitabilmente, in qualche misura, la resa delle informazioni, ma di solito non impedisce una trasposizione fedele dei dati quantitativi scritti con linguaggio matematico, a meno di notazioni discordanti tra i paesi anglofoni e l'Italia, come la notazione punto/virgola per denotare i numeri decimali. Anche la diversificazione delle notazioni, tuttavia, è fino a oggi sopravvissuta nel mondo dell'editoria, inclusa quella accademica, perché in ultima analisi non produce ambiguità tali da richiedere una standardizzazione più stringente.

Dei 16 articoli del campione, uno solo è una notizia di matematica. In fase di analisi dati, dove sarà rilevante lo evidenzieremo graficamente per sottolineare questa peculiarità.



La distribuzione temporale dei 16 articoli di matematica e fisica presenti nella raccolta.

3.2 Costruzione della griglia di analisi

Una volta ottenuta, per ogni articolo, la lista di dati quantitativi presenti in ogni sua parte, abbiamo costruito un'apposita griglia di indicatori in cui mappare i suoi elementi. Dalla letteratura esistente non ci risultano griglie precostituite che possano aiutarci nel compito, per cui la griglia è stata creata *ex novo* e rappresenta un primo risultato del nostro lavoro, cioè un prototipo di studio quantitativo di quello che abbiamo inteso come dato numericamente formulato nella divulgazione scientifica cartacea.

La lettura dettagliata e onnicomprensiva finalizzata all'estrazione delle unità di analisi dal campione è stata anche l'occasione per impostare la griglia sulla base di un'infrastruttura implicita fornita dal nostro background scientifico in matematica e fisica. L'assenza di una griglia preesistente non ci ha quindi condotti all'elaborazione di una *grounded theory*²⁸, che può essere descritta brevemente come quel procedimento nel quale le categorie in cui incasellare le unità di analisi emergono induttivamente dalla semplice collezione dei dati, perché non possiamo considerare la nostra posizione di indagine come "neutrale" o auto-indotta. Il nostro background

²⁸ Strauss A., Corbin J., *Grounded theory methodology*, Handbook of qualitative research, 1994

accademico ci rende infatti inclini a impostare una categorizzazione muovendo dalla nostra attitudine al linguaggio matematico, ai suoi significanti e ai suoi significati nelle scienze dure, ossia dalle nostre abitudini descrittive e interpretative dei numeri. In virtù di questo approccio, il nostro metodo assomiglia all'indagine qualitativa per *sensitizing concepts*²⁹, in cui chi formula la domanda di ricerca è lo stesso soggetto che osserva il campione attraverso la lente dei suoi personali costrutti di senso. Ciò nonostante, condividiamo con le *grounded theory* l'approccio induttivo: escludendo le aree di indagine e gli indicatori, formulati a priori a partire dalla nostra esperienza, i valori di ciascun indicatore sono stati compilati cumulativamente con l'avanzare della scansione degli articoli. In questo modo abbiamo evitato il rischio di inserire valori ridondanti o mai coperti dagli indicatori, perché la griglia si è estesa solo di pari passo con l'aumento delle casistiche riscontrate e non di più.

Categorie di analisi

Ispirandoci al linguaggio matematico per come è utilizzato nella letteratura accademica matematica e fisica, un dato si caratterizza per:

- quanto è centrale nel prodotto comunicativo: la posizione (con la relativa formattazione grafica e conseguente visibilità) del dato possono suggerirci una misura della sua notiziabilità: ipotizziamo che riscontrare un dato nel titolo, nel corpo del testo, nelle didascalie di un'immagine, in un grafico o anche in appendici fisicamente separate faccia una differenza nella percezione dell'importanza del dato nel prodotto comunicativo (almeno secondo l'autore e l'editore), perché le diverse opzioni comportano gradi variabili di risalto nell'impaginato, oltre a darci indizi su quanto il dato concorra alla notizia, ossia se è la notizia stessa, se è funzionale alla notizia, se completa marginalmente il messaggio o se è inserito con una funzione meramente esornativa/aneddotta. A ben vedere, la centralità nell'impaginato è solo uno degli aspetti che condizionano la notiziabilità: già la preselezione dei dati nella stesura dell'articolo rappresenta infatti un primo filtro, così come la prassi editoriale che ha condizionato l'abbondanza e la varietà dei dati. Dal lato del lettore, la centralità visiva di un dato condiziona in qualche modo la probabilità che il lettore si imbatta nel dato. Non intendiamo dunque attribuire alla posizione del dato una corrispondenza uno-a-uno con una variabile di notiziabilità, ma ci

²⁹ Bowen G.A., *Grounded theory and sensitizing concepts*, International journal of qualitative methods, 2006

limitiamo a correlarla con la probabilità di essere notato in diverse modalità di lettura;

- come è formulato, ossia come è reso nel testo dal punto di vista del linguaggio adottato (verbale, numerico, grafico) e della notazione matematica scelta e, se si tratta di quantità metricizzate (fisiche e non), con quale unità di misura è espresso. Questo aspetto è il più centrale nel discorso della *numeracy* del lettore affrontato nel capitolo 1, perché la resa, la notazione e l'eventuale unità di misura costituiscono una scelta dell'autore e dell'editore basata sulle sue previsioni di *numeracy* del lettore e sulle sue intenzioni comunicative, e contemporaneamente impongono al lettore uno standard più o meno evidente di competenze necessarie per affrontare la lettura, in un processo di mutua influenza di cui però non vogliamo interpolare le dinamiche fini;
- quale informazione contiene, cioè di cosa parla il dato, quale nozione della realtà esprime e in quale ambito conoscitivo si inserisce. Questo aspetto ci dà indizi utili su quanti e quali saperi vengono comunicati con il supporto dei dati quantitativi;
- con quale funzione è inserito: esplorare le finalità comunicative dietro la presenza di un dato richiederebbe un'espansione del lavoro di ricerca che non sapremmo quantificare con precisione, visto l'elevato numero di variabili in gioco (background, psicologia, intenti dell'autore, cornice storica). Possiamo tuttavia condurre una semplice classificazione funzionale dei dati ispirata a quella proposta da Egon Werlich³⁰, prima fra tutte la distinzione narrativo/descrittivo insegnata nella scuola dell'obbligo.

Abbiamo formalizzato le quattro categorie di indagine elencate nella seguente nomenclatura:

CENTRALITÀ VISIVA	FORMATO	CONTENUTO	FINALITÀ
------------------------------	----------------	------------------	-----------------

³⁰ Werlich E., *A text grammar of English*, Quelle & Meyer, 1982

Indicatori

Successivamente, abbiamo reso operativa ciascuna delle categorie nella forma di uno o più di indicatori che ne condensassero le varie realizzazioni. Prima di elencare gli indicatori occorre una precisazione: nella ricerca sociale l'analisi quantitativa del contenuto prevede di norma che gli indicatori assumano valori mutualmente esclusivi: se un dato ricade in uno specifico valore dell'indicatore non può ricadere in altri. Il soddisfacimento di questo requisito rappresenta in sé uno dei principali metodi di validazione della griglia di analisi. Nel nostro lavoro, la mutua esclusività è stata preservata il più possibile ma non è stata imposta a tutti gli indicatori, per un motivo principale: trattandosi di un primo e sicuramente migliorabile tentativo di griglia, abbiamo preferito non perdere la ricchezza di informazioni del nostro campione in funzione di una codifica che, per quanto più rigida e metodologicamente solida, avrebbe rischiato di essere riduttiva. Così, in quelle aree di indagine dove la singola unità di analisi mostrasse una qualche stratificazione o sovrapposizione di aspetti, abbiamo deciso di salvare le sue molteplici sfumature consentendogli di ricadere in più valori di uno stesso indicatore, sciogliendo cioè l'ipotesi di mutua esclusività (un solo valore per ciascun indicatore). Il caso più evidente è quello della notazione matematica con cui il dato è riportato, che può condensare molteplici significati con la semplice concatenazione di simboli e formattazioni (pensiamo alla disequazione $x^2 < \sqrt{e^{x-1}}$). Il linguaggio matematico possiede ormai, grazie al progressivo miglioramento storico delle sue definizioni e notazioni (dettato da una combinazione di tradizione, ricerca di efficienza e univocità), una strabiliante capacità di condensare in un formato compatto svariate nozioni numeriche e operazionali. Codificare la notazione matematica in una serie di valori mutualmente esclusivi ci avrebbe richiesto di creare una "gerarchia" di notazioni, in modo che laddove un dato ne mostrasse più di una avremmo selezionato quella concettualmente più importante. Ci siamo astenuti da questo tipo di valutazione e quindi abbiamo deciso di sollevare l'indicatore corrispondente dalla richiesta di mutua esclusività.

La natura mutualmente esclusiva o meno degli indicatori elaborati ha condizionato inevitabilmente la nostra analisi: è facile dedurre che l'assenza di sovrapposizioni tra i

singoli valori comporta la possibilità di analizzare le percentuali di incidenza di un dato valore su un intero articolo. Per quanto riguarda invece gli indicatori non mutualmente esclusivi, possiamo solo estrapolare la ricorrenza di ogni possibile valore sul totale dei dati dell'intero articolo.

Riportiamo di seguito la lista degli indicatori con cui le singole categorie di analisi sono state rese operative. Gli indicatori mutualmente esclusivi appaiono in verde. Per quanto riguarda la centralità visiva dei dati, abbiamo formulato due indicatori sovrapponibili ma espressi su domini di valori diversi, uno basato sulla posizione negli apparati testuali e paratestuali, l'altro sul tempo di lettura necessario per imbattersi nel dato.

CATEGORIA	INDICATORE/I	
CENTRALITÀ VISIVA	Posizione (nell'impaginato)	Reperibilità nella lettura (quanto è probabile che il lettore si imbatta nel dato)
FORMATO	Resa (verbale, numerica o grafica)	
	Notazione matematica	
	Unità di misura	
CONTENUTO	Nozione (aspetto della realtà trattato)	
	Ambito di informazione (disciplina scientifica o dominio tematico)	
	Sintassi limitrofa (avverbi, aggettivi e locuzioni a corredo del dato)	
FINALITÀ	Finalità	

Valori degli indicatori

Riportiamo di seguito i valori assunti da ciascun indicatore. Questi valori sono stati creati induttivamente man mano che procedevamo nell'estrazione delle unità di analisi dal campione: ogni volta che, per un dato indicatore, un'unità non rientrava in nessuno dei suoi n valori, è stato introdotto l' $(n+1)$ -esimo valore per quell'indicatore in cui far ricadere l'unità. Accanto ai valori dal significato poco chiaro abbiamo incluso degli esempi in parentesi.

- ❖ **Posizione:**
 - testo
 - paratesto: titolo
 - paratesto: sottotitolo, occhiello, intestazione
 - paratesto: immagini/schemi
 - paratesto: tabelle
 - paratesto: grafici
 - paratesto: didascalie
 - paratesto: note/box informativi
- ❖ **Reperibilità nella lettura:**
 - ingresso alla lettura (titoli, sottotitoli, occhielli, intestazioni)
 - lettura rapida (intendiamo con "rapida" la lettura di tutto il paratesto)
 - lettura approfondita (lettura onnicomprensiva dell'articolo)
- ❖ **Resa:**
 - verbale (es. "dieci alla quinta")
 - numerica nel testo o nel paratesto verbale (es. "10⁵")
 - asse di valori in grafici, schemi o figure
 - etichetta in schemi o grafici
 - serie di dati: plot dispersione
 - serie di dati: color map
- ❖ **Notazione:**
 - numero intero
 - ordine di grandezza (es. "migliaia di...")
 - data
 - stima (valore \pm incertezza)
 - intervallo di valori (es. "tra 2 e 3")
 - frazione
 - decimale
 - numero romano
 - potenza
 - percentuale
 - posizione o intervallo in graduatoria/soglia (es. "il terzo più grande", "tra i 10 oggetti più avanzati...", " $x > 20$ ")
 - carattere matematico o simbolo operatoriale (es. " $\sqrt{\quad}$ ", "log")
 - espressione aritmetica
 - dipendenza matematica o funzione esplicita (es. " x è proporzionale al quadrato di y ", " $y = e^x$ ")
 - equazione
- ❖ **Unità di misura:**
 - nessuna
 - Sistema Internazionale
 - Senza prefissi/suffissi (es. "milli-", "nano-", "giga-")
 - Con prefissi/suffissi
 - non Sistema Internazionale
 - Senza prefissi
 - Con prefissi

- valuta monetaria (es. "dollari")
- customizzata (es. "area di 3 campi da calcio")
- ❖ **Nozione:**
 - numero puro o cardinalità
 - confidenza/incertezza (es. "precisione di 5σ ")
 - probabilità di un evento
 - localizzazione spaziale
 - estensione spaziale
 - localizzazione temporale
 - estensione temporale
 - frequenza/ricorrenza (es. "3 hertz", "cinque volte in un anno")
 - cinematica/dinamica (es. velocità, accelerazioni)
 - massa relativistica, energia, potenza, intensità
 - temperatura
 - luminosità (spesso espressa come temperatura equivalente)
 - quantità di sostanza o di risorse (anche massa classica)

- ❖ **Ambito di informazione:**
 - contenuto tecnico di fisica
 - contenuto tecnico di matematica
 - contenuto tecnico di astronomia
 - contenuto tecnico di scienze della Terra
 - metodi, strumenti, risorse strumentali
 - risorse umane
 - risorse economiche
 - cronistoria

- ❖ **Sintassi limitrofa:**
 - assente
 - approssimativa (es. "circa", "quasi")
 - rafforzativa (es. "ben", "oltre")

- ❖ **Finalità:**
 - descrittiva
 - esemplificativa
 - narrativa/aneddotta
 - speculativa (dati utilizzati nella costruzione di una situazione ipotetica)

La condensazione di Bose-Einstein

Recenti progressi delle tecniche per il raffreddamento a temperature ultrabasse hanno consentito per la prima volta di osservare sperimentalmente questo importante fenomeno fisico

di Christopher Townsend, Wolfgang Ketterle e Sandro Stringari

Nel 1924 il fisico indiano Satyendra Nath Bose trovò un articolo di Einstein in cui, trattando i quanti del campo elettromagnetico (i cosiddetti fotoni) come un gas di particelle identiche, era riuscito a derivare la legge di Planck per la radiazione del corpo nero, risolvendo uno dei problemi principali della fisica di inizio secolo. Quello stesso anno, Einstein generalizzò la teoria di Bose a un gas ideale di atomi e predisse che, abbassando sufficientemente la temperatura, gli atomi del gas avrebbero occupato un solo stato quantistico, corrispondente al fatto che un'unica entità fisica, nota da allora col nome di condensato di Bose-Einstein.

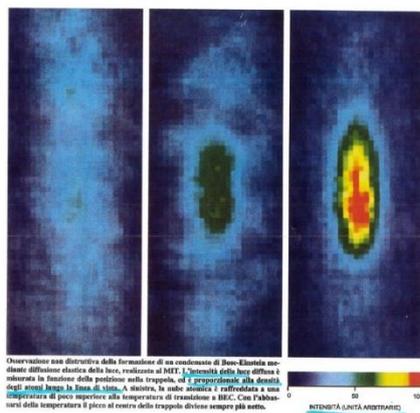
Questo fenomeno, in cui gli atomi perdono la loro individualità per dare luogo a un comportamento "accorciato", è chiamato condensazione di Bose-Einstein (BEC). Condizioni ottimali per la sua realizzazione sono state trovate da un gruppo di fisici del MIT e del Rice University in Texas, che hanno osservato la condensazione di Bose-Einstein in un gas di atomi di sodio.

A temperatura ambiente il comportamento di un gas segue le leggi della meccanica statistica classica: ogni atomo si comporta come una particella diversa che segue traiettorie proprie, interagendo con le altre particelle e con i pareti del contenitore. Le leggi della meccanica statistica, e in particolare il principio di indeterminazione di Heisenberg, stabiliscono che a ciascuna particella corrisponde un "spazio" di movimento avente una dimensione spaziale dell'ordine della lunghezza d'onda de Broglie $\lambda_{dB} = h/mv$, dove h è la costante di Planck, m la massa atomica e v la temperatura del gas. A temperatura ambiente, quindi, tale dimensione è molto più piccola della distanza media tra gli atomi; le onde associate al moto dei singoli atomi sono scorrevoli e indipendenti, e il gas è correttamente descritto dalla meccanica classica di Boltzmann. Ciò non è vero a basse temperature: a un certo punto il gas viene raf-

freddato, la lunghezza d'onda termica aumenta fino a diventare paragonabile alla distanza media tra gli atomi. A questo punto le funzioni d'onda dei singoli atomi si sovrappongono e questi perdono la loro identità: la parte condensa il comportamento del gas è governato dalle leggi della meccanica quantistica. Diferenziate dai fermioni - per i quali vale il principio di esclusione di Pauli che li forza a occupare comunque in stati quantici diversi - i bosoni hanno la possibilità di occupare insieme un singolo stato quantico. È esattamente ciò che succede quando, al di sotto di una certa temperatura, chiamata temperatura critica o di transizione, un numero elevato di atomi si trova nello stesso stato quantico a energia più bassa, dando luogo alla condensazione di Bose-Einstein. Esisteva dunque questo processo come eccitazione senza interruzione, facendo della BEC uno delle previsioni più spettacolari della meccanica statistica quantistica.

Come si è detto, il condensato può contenere un numero elevato di atomi e il suo comportamento è descritto da una funzione d'onda macroscopica. In altri termini, il campo bosonico si comporta a un tempo classico con una ampiezza e una fase ben definite, usualmente come avviene per il campo elettromagnetico in un laser. In effetti la realizzazione della BEC in un gas atomico diluito è stata una meta inattesa a lungo. La grande difficoltà consisteva nel raffreddare il gas a temperature così basse da poter osservare la condensazione di Bose-Einstein.

Negli anni ottanta in fisica atomica si sono sviluppate nuove tecniche di raffreddamento, basate sull'uso del laser e sull'effetto Doppler. Queste tecniche sono ancora molto più sofisticate rispetto alla fisica delle basse temperature, in alternativa ai metodi tipici della criogenia tradizionale. Campioni di atomi a temperature inferiori a un milionesimo di kelvin, co-



Osservazione non distruttiva della formazione di un condensato di Bose-Einstein mediante diffrazione elastica della luce, realizzato al MIT. L'ampiezza della luce diffusa è misurata in funzione della posizione sulla tavola, ed è proporzionale alla densità degli atomi lungo la linea di vista. A sinistra, la nube atomica è raffreddata a una temperatura di poco superiore alla temperatura di transizione a BEC. Con l'abbassarsi della temperatura il picco al centro della tavola diviene sempre più netto.

Il cristo trova evidenza diretta di questo fenomeno soltanto nell'elio superfluidi e in stati particolari dei semiconduttori, detti eccitoni. Nel caso dell'elio liquido le forti interazioni tra gli atomi sfiorano in maniera significativa la natura della transizione alla BEC. Per questo motivo la realizzazione della BEC in un gas atomico diluito è stata una meta inattesa a lungo. La grande difficoltà consisteva nel raffreddare il gas a temperature così basse da poter osservare la condensazione di Bose-Einstein.

Negli anni ottanta in fisica atomica si sono sviluppate nuove tecniche di raffreddamento, basate sull'uso del laser e sull'effetto Doppler. Queste tecniche sono ancora molto più sofisticate rispetto alla fisica delle basse temperature, in alternativa ai metodi tipici della criogenia tradizionale. Campioni di atomi a temperature inferiori a un milionesimo di kelvin, co-

sono utilizzati correntemente in una grande varietà di esperimenti. Gli atomi alcalini sono particolarmente adatti a questo scopo, perché le loro transizioni ottiche sono facilmente eccitabili con i laser convenzionali e la struttura interna dei livelli si presta al raggiungimento di basse temperature. C'è tuttavia un limite inferiore alle temperature raggiungibili con la tecnica del raffreddamento laser. Questo limite è fissato dall'energia trasportata da un singolo fotone e, anche nei casi migliori, le temperature ottenibili sono ancora molto alte rispetto ai valori necessari per osservare la BEC.

Il raggiungimento della BEC è stato il risultato di una felice combinazione delle tecniche di raffreddamento sviluppate per l'elio e per gli atomi alcalini.

11.542 luglio 1997

1153

Indicatori esclusi

La costruzione della griglia è passata attraverso un progressivo miglioramento e ottimizzazione di pari passo con la messa a fuoco del nostro obiettivo di indagine. La coerenza e la pertinenza con la linea di ricerca hanno rappresentato una forma di validazione della griglia stessa, che quindi è stata rielaborata in più fasi successive. Per questo, alcuni indicatori inseriti nella “versione beta” della griglia sono stati successivamente esclusi. Li elenchiamo di seguito:

- effetto ricercato: un indicatore che abbiamo ipotizzato in fase preliminare è l'effetto che l'autore intende trasmettere contestualmente al dato. Abbiamo detto infatti che i dati quantitativi in sé non sono mai neutri, ma concorrono a costruire vantaggiosamente la narrazione concepita da chi scrive: stupore, preoccupazione, autorevolezza o senso di conquista sono solo alcune delle metanarrazioni riscontrabili intorno a un dato. Questo effetto però non emerge spontaneamente dalla sola lettura del dato, dipende anzi dall'intera costruzione della frase, dal registro e dal tono utilizzato, e soprattutto da quanto il lettore è sensibile alle diverse sfumature di senso che l'autore ha inserito. La grande variabilità degli effetti ricercati, sia lato mittente che lato destinatario, ci ha portati a escludere la possibilità di elaborare una griglia oggettiva di effetti ricercati. Ci siamo piuttosto limitati a esplorare la sintassi strettamente legata all'unità di analisi, che può essere classificata con meno sforzo;
- centralità nella notizia: una domanda iniziale scartata successivamente è stata “quanto è importante il dato per apprezzare il contenuto notiziale dell'articolo?”. Questa domanda non ha però risposte oggettive per le stesse ragioni elencate al punto precedente: non ci risulta immediato ricostruire quanto un'informazione quantitativa si distingua rispetto alle altre perché più funzionale ad apprezzare l'importanza della notizia. Possiamo però supporre che, a livello editoriale, un dato importante sia messo in risalto almeno dal punto di vista grafico: per questo abbiamo preferito concentrarci sulla posizione nell'impaginato, sicuramente più immediata e oggettiva;
- accuratezza: inizialmente ci eravamo riproposti di valutare l'accuratezza delle quantità riportate nella raccolta. Questo richiederebbe necessariamente di prendere, come standard di riferimento per ogni articolo, una fonte o collezione di fonti estratte dalla letteratura accademica, per misurare in qualche modo lo scostamento dell'unità di analisi dallo standard prestabilito. Non si tratta di un'operazione univoca, perché in tutto il nostro sapere scientifico più che dei valori esatti conosciamo degli intervalli, più o meno stretti, di valori comunemente accettati, che derivano la loro affidabilità dal fatto di essere stati

riscontrati con procedure diverse e in condizioni al contorno anche molto variabili. L'affidabilità dei valori numerici attribuiti ai vari fenomeni della realtà è un processo mutevole, fatto di convenzioni, approssimazioni e fortemente influenzato dal progresso tecnologico dei metodi di ricerca. Ci siamo astenuti dall'intraprendere una simile valutazione;

- livello di istruzione richiesto: un ultimo indicatore escluso dalla griglia definitiva è il livello di istruzione necessario a comprendere un certo dato e la sua eventuale unità di misura, con la tentazione di ricostruire il profilo medio di istruzione scolastica con cui il lettore deve essere compatibile per leggere con profitto un articolo della raccolta. Abbiamo rinunciato a questo indicatore perché l'istruzione scolastica non è l'unica fonte di apprendimento di nozioni scientifiche o di notazioni matematiche: le esperienze lavorative, gli hobby e i generici interessi del singolo concorrono enormemente nella formazione del suo bagaglio di conoscenze (si vedano i *deep diver* del web³¹). Inoltre, poiché abbiamo già ipotizzato debolmente la presenza di un profilo di *numeracy* necessario alla lettura, per consistenza metodologica non potevamo inferire con maggiore sicurezza il profilo scolastico associato a quella *numeracy*.

³¹ Fahy D., Nisbet M.C., *The science journalist online: shifting roles and emerging practices*, Sage Journals, 2011

CAPITOLO 4 – RISULTATI

In questo capitolo riportiamo i risultati della nostra interrogazione delle 16 griglie di analisi. I risultati sono organizzati per sotto-paragrafi, ciascuno relativo a una domanda specifica. L'unico articolo di matematica, con il codice FER98, è evidenziato graficamente rispetto agli altri laddove la distinzione sia significativa. D'ora in poi, le espressioni "dato" o "dato quantitativo" designeranno quelle informazioni che rientrano nella nostra definizione fornito nel capitolo 2.

4.1 Numerosità dei dati quantitativi

Come prima domanda di indagine, ci siamo chiesti quanto sono presenti i dati quantitativi nel nostro campione, in termini di numerosità assoluta.

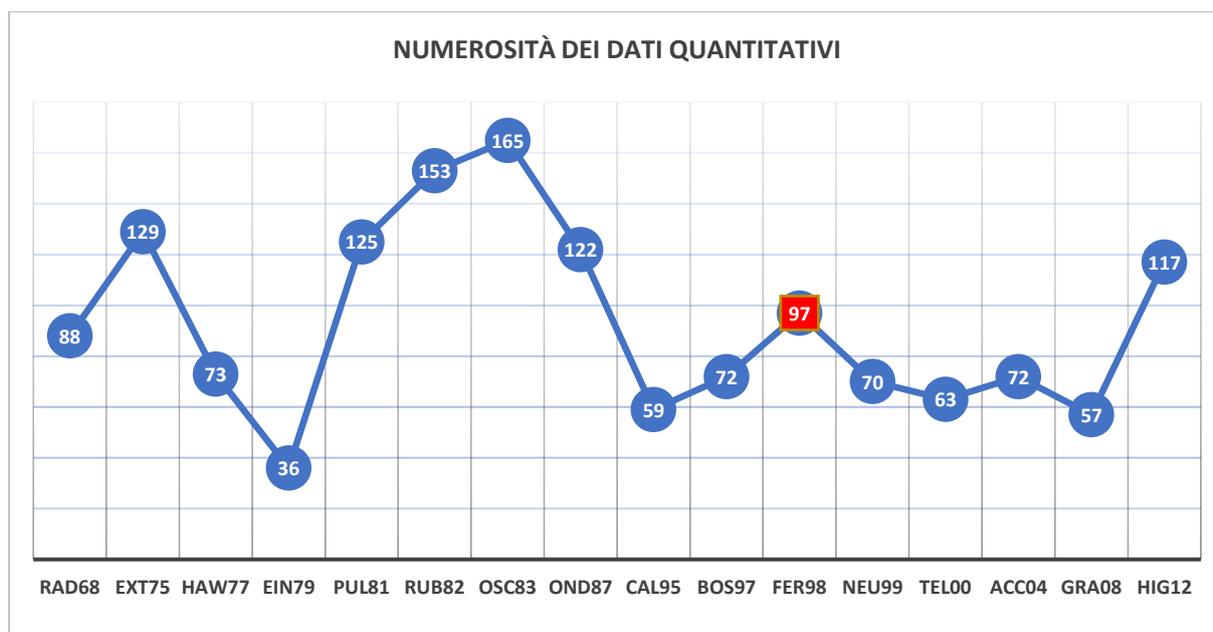


FIGURA 1: Numerosità dei dati quantitativi in ciascun articolo del campione L'articolo con meno dati quantitativi è quello scritto da Albert Einstein (EIN79), mentre quello più ricco di dati è OSC83, che tratta la scoperta della materia oscura nelle galassie a spirale.

Il conteggio totale dei dati in ciascun articolo del campione ci dà il polso generale di quanto le informazioni veicolate da modalità quantitative permeino effettivamente il prodotto divulgativo. Questo conteggio può anche essere interpretato come una

metrica dell'impatto visivo di ogni articolo nella sua interezza, ossia di quanto linguaggio matematico balzi agli occhi del lettore. Una simile metrica non può essere comunque ricondotta a un effetto univoco sul lettore, sia esso respingente o altro. Inoltre ognuno dei lettori è sensibile a modo suo sia alla presenza di matematica in un testo, oltre al fatto che non possiamo stimare a priori quanto la semplice presenza di dati (e il connesso riscontro visivo) influenzi le aspettative sull'articolo o il livello di interesse da parte del lettore. Ciò detto, è interessante notare come la numerosità dei dati vada in qualche modo di pari passo con il livello di astrazione del contenuto scientifico: articoli che trattano le cosiddette **teorie di "fondamento"**, ossia teorie generali e concettualmente stratificate da cui muovere per indagini più applicative, come EIN79 che espone le basi della relatività generale, o CAL95 che spiega le implicazioni tecnologiche delle bizzarrie della meccanica quantistica, presentano in generale **meno dati quantitativi** rispetto agli articoli in cui l'argomento trattato richiede una forte base di evidenze sperimentali, come OSC83 che espone con perizia le evidenze, sperimentali seppur indirette, dell'esistenza della materia oscura. Se assumiamo che una percentuale consistente di dati sia stata usata per comunicare il contenuto teorico, metodologico o comunque prettamente scientifico della notizia (assunzione che vedremo confermata in seguito), la **correlazione tra mole di informazioni numeriche e livello di astrazione** di un articolo ha molto probabilmente origine dal fatto che questa correlazione sussiste già nel momento accademico di produzione di quella specifica conoscenza. Era quindi facile aspettarsi che temi particolarmente teorici elaborati con pochi numeri già in ambito accademico venissero poi trasmessi al grande pubblico con una mole altrettanto esigua di dati tecnici attinenti, ma non era scontato. Così come non era scontato che, laddove la ricerca ha prodotto una scoperta impiegando grandi volumi di dati sperimentali, anche il relativo articolo divulgativo ereditasse questa abbondanza: un articolo come OSC83 avrebbe potuto formulare la notizia con un supporto comunicativo matematicamente più snello. Dal semplice conteggio è invece possibile rintracciare una qualche **proporzionalità**, almeno stando alla nostra definizione di dato.

4.2 Posizione nell'impaginato e reperibilità nella lettura

Un altro aspetto su cui abbiamo interrogato le nostre griglie è la loro distribuzione nei vari apparati dell'articolo. L'indicatore *posizione* è stato assegnato a una serie di valori mutualmente esclusivi: intuitivamente, la posizione di un dato nell'impaginato può essere classificata in via univoca. Abbiamo adottato come criterio la separazione generale tra testo, ossia il contenuto impaginato nel corpo dell'articolo, e paratesto, che annovera tutti contenuti a corredo del corpo, per poi suddividere il paratesto in categorie non sovrapponibili, create cumulativamente a partire dalla scansione degli articoli: ogni volta che si è presentata una tipologia di paratesto che non era inclusa tra quelle già codificate, l'abbiamo aggiunta al ventaglio di valori assumibili dall'indicatore *posizione*. La mutua esclusività dei valori di questo indicatore ci permette di fare stime percentuali e quindi di tentare un confronto tra gli articoli neutralizzando le differenze di numerosità, in alcuni casi eclatanti (EIN79 vs OSC83).

Uno studio della posizione dei dati è interessante perché ci dice qualcosa sull'approccio adottato dall'autore e dall'editore nel presentarli: testo e paratesto sono infatti canali distinti di ricezione dei dati, perché il tempo richiesto per reperire il contenuto del paratesto è solitamente inferiore rispetto al tempo di lettura di un blocco testuale. Inoltre, a seconda dell'approccio editoriale, al paratesto possono essere affidate informazioni supplementari al testo (GRA08), informazioni puramente esornative (FER98) o elementi chiave ripresi dal testo ed espansi (RUB82). Come dice un adagio inglese attribuito a Fred Barnard, "*a picture is worth a thousand words*": ci sembra quindi significativo indagare quanto una raccolta di pietre miliari nella divulgazione italiana aderisca a questa visione.

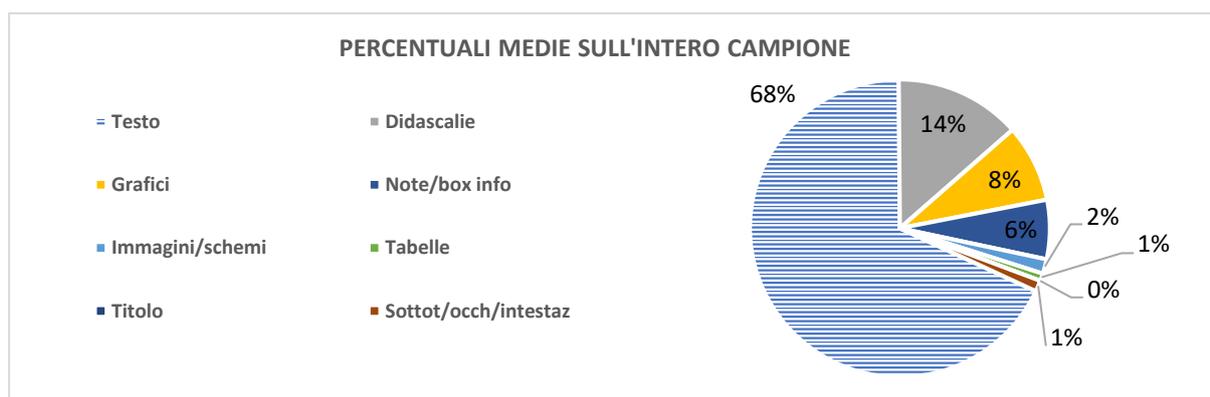
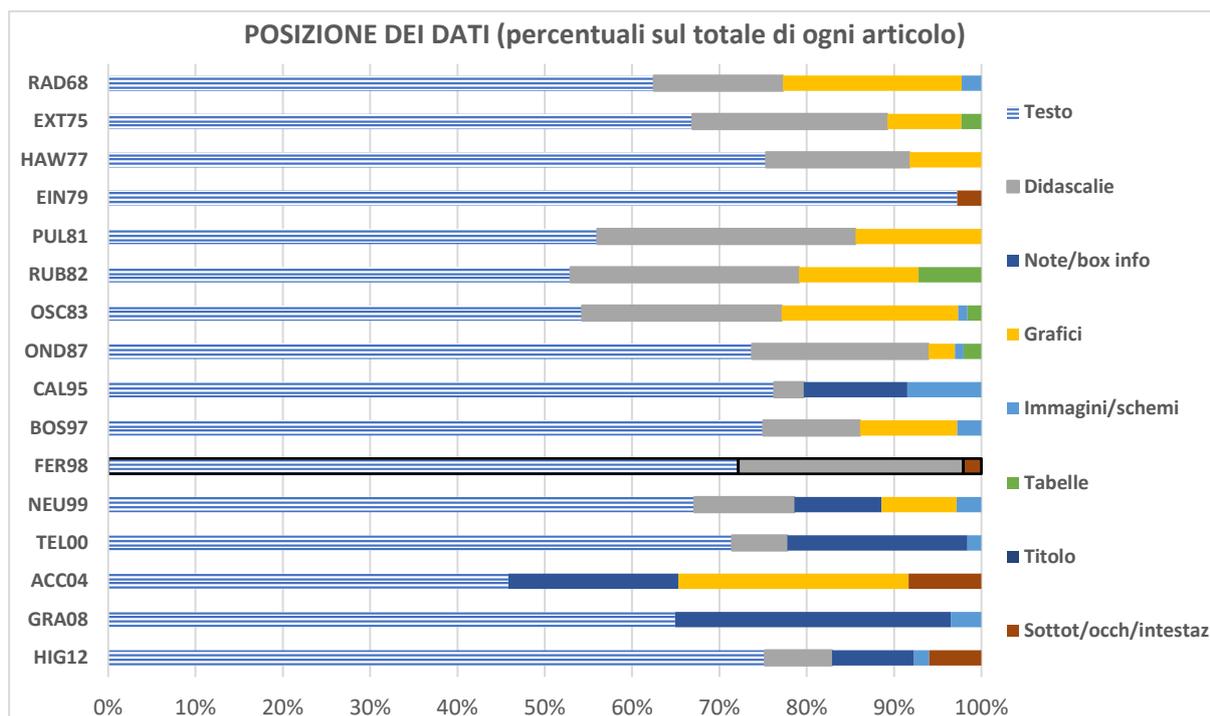


FIGURA 2: Posizione dei dati quantitativi in percentuale sul totale di ogni articolo e percentuali medie sull'intero campione I dati risultano posizionati principalmente nel testo per tutti gli articoli tranne che in ACC04. Il motivo della peculiarità di quest'ultimo risiede in un testo nettamente più breve rispetto al resto della raccolta. L'uso delle didascalie subisce una generale riduzione a partire dall'introduzione di un nuovo apparato paratestuale: il box informativo, un oggetto graficamente distinto e solitamente fluttuante nella pagina che appare a partire da CAL95. Didascalie e box informativi hanno ruoli comunicativi diversi: nelle didascalie è stata riscontrata una duplicazione pressoché fedele dei dati riportati nel testo, mentre i box informativi sono depositari di informazioni supplementari, che fanno da cornice all'elemento notiziale principale. Nei titoli non sono mai stati riscontrati dati; anche sottotitoli, occhielli e intestazioni eventualmente presenti non sono corredati da informazioni numeriche.

Quello che emerge è una netta prevalenza del testo come luogo di trasmissione dei dati. Tre elementi paratestuali seguono la classifica: le didascalie, i grafici e i box informativi, oggetti paratestuali graficamente distinti dal testo, solitamente “fluttuanti” nell'impaginato e svincolati dai suoi ingombri, depositari di informazioni spesso di cornice rispetto alla notizia principale, come biografie degli autori (GRA08) o

digressioni tecniche (CAL95). Notiamo anche che **per gli articoli precedenti a CAL95 i dati non compaiono nei box informativi**. Siamo andati a controllare se questo fosse dovuto all'assenza del box stesso o a box preesistenti ma sprovvisti di dati, e abbiamo riscontrato la prima possibilità: la presenza dei box a partire da CAL95 potrebbe essere uno degli effetti del restyling voluto da Enrico Bellone quando assunse la direzione editoriale di *Le Scienze* nel 1995, e la presenza di dati in questo nuovo formato ci suggerisce anche che è stato concepito come elemento satellite destinato a contenere una fetta di informazioni quantitative con un ruolo subalterno rispetto ai dati più centrali.

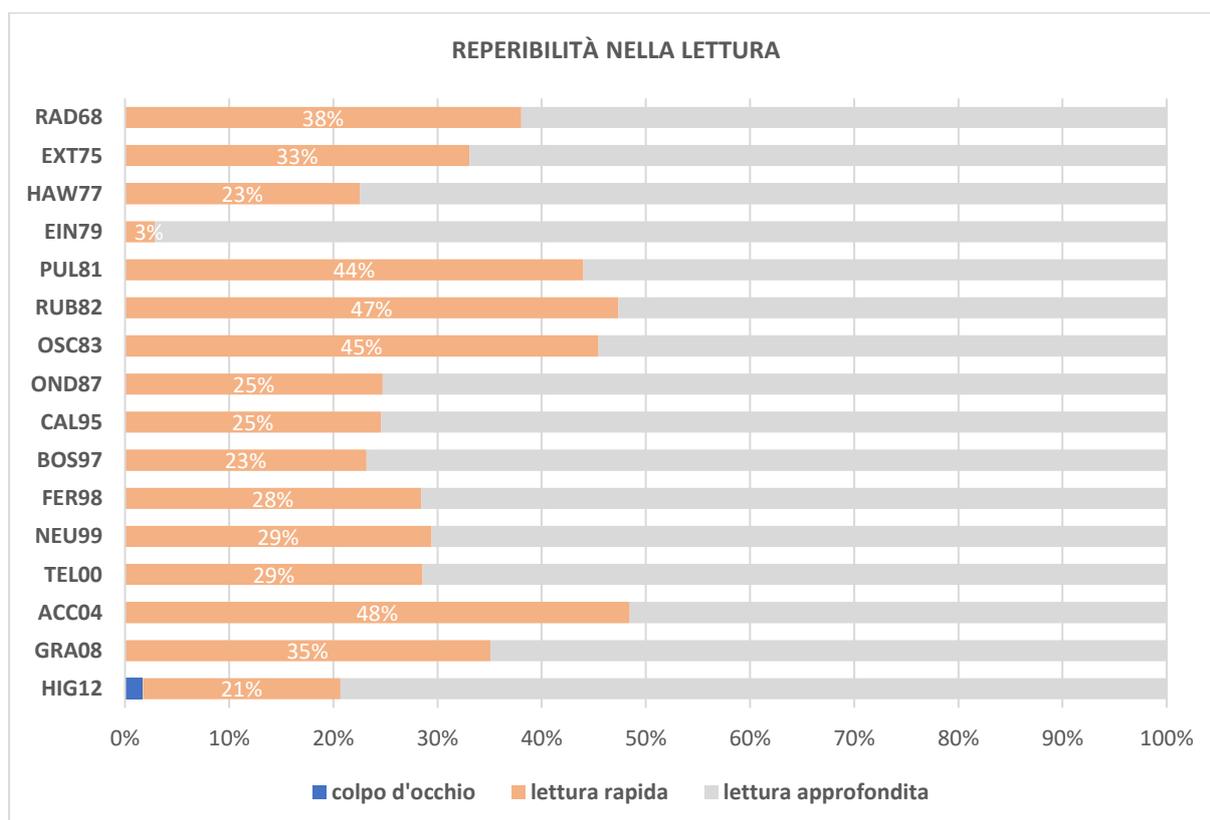
Nonostante la presenza di una dimensione temporale e il connesso susseguirsi di direzioni editoriali diverse, la ridotta variabilità delle percentuali di ciascun articolo ci ha incoraggiati a tracciare un profilo medio della posizione dei dati su tutto il campione. Circa **due terzi dei dati** risulta comparire **nel testo** dell'articolo, indipendentemente dal loro contenuto o dalla loro formulazione matematica. **Il restante terzo** è organizzato principalmente tra **didascalie, grafici e box informativi**. Sorprende la generale **scarsità di tabelle**, che possiamo ricondurre a una maggiore difficoltà di impaginazione (le tabelle hanno notoriamente ingombri rigidi oltre che elevati), sia allo scarso appeal che una sfilza di dati impilati può sortire nel lettore medio.

A partire da quanto detto sull'impatto visivo dato dalla numerosità dei dati e sulla posizione dei dati all'interno degli apparati di ogni articolo, abbiamo elaborato un indicatore che misura la predisposizione del dato a essere letto in relazione alla sua posizione. Possiamo infatti ipotizzare che, per una lettura rapida di un articolo, ci si limiti a sorvolare la pubblicazione guardando prima di tutto gli elementi paratestuali, che saltano all'occhio grazie a una formattazione di maggiore impatto rispetto al "muro di testo". Abbiamo quindi mappato i valori mutualmente esclusivi dell'indicatore posizione nei valori dell'indicatore *reperibilità*, con la seguente corrispondenza

REPERIBILITÀ	POSIZIONE
ingresso alla lettura	Titolo, sottotitoli, occhielli, intestazioni
lettura rapida (intendiamo con "rapida" la lettura di tutto il paratesto)	Immagini/schemi, didascalie, note/box informativi, grafici, tabelle

lettura approfondita (lettura onnicomprensiva dell'articolo)	testo

Ad ogni valore di posizione del singolo dato abbiamo cioè associato il minimo livello di lettura richiesto per reperirlo, che è un modo intuitivo di quantificare la reperibilità del dato stesso. Questo indicatore rappresenta quindi un'analisi equivalente a quella della posizione dei dati, ma rielaborata dal punto di vista della fruibilità da parte del lettore. Risulta confermato anche per questo indicatore che circa un terzo dei dati è facilmente reperibile dal lettore, a fronte dei restanti due terzi che invece sono accessibili solo mediante una lettura completa del testo. La reperibilità non è automaticamente indice di assimilazione del dato, ma di sicuro influisce sulle probabilità che il lettore arrivi a leggerlo e quindi a elaborarlo o provare a farlo.



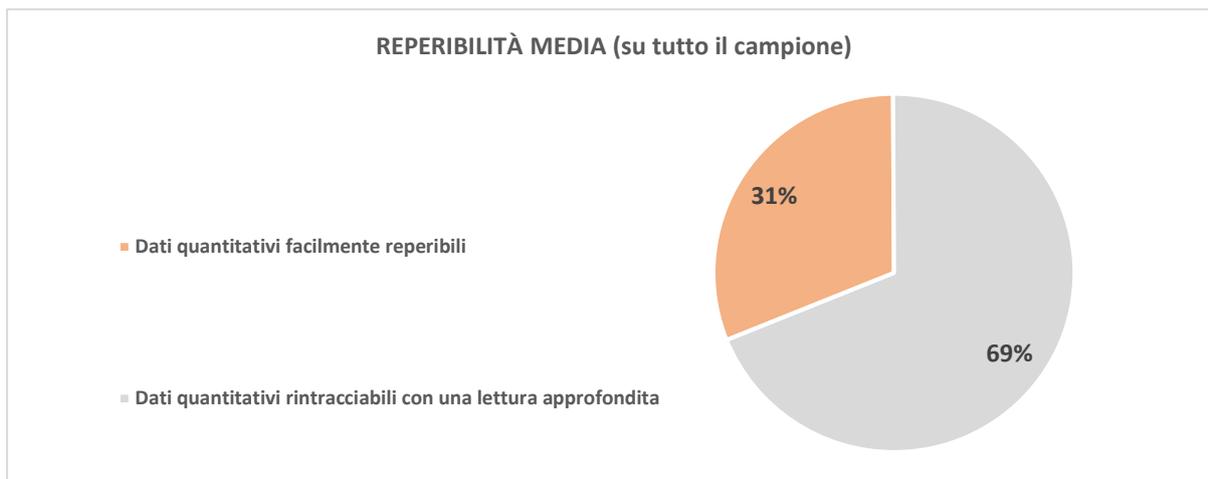


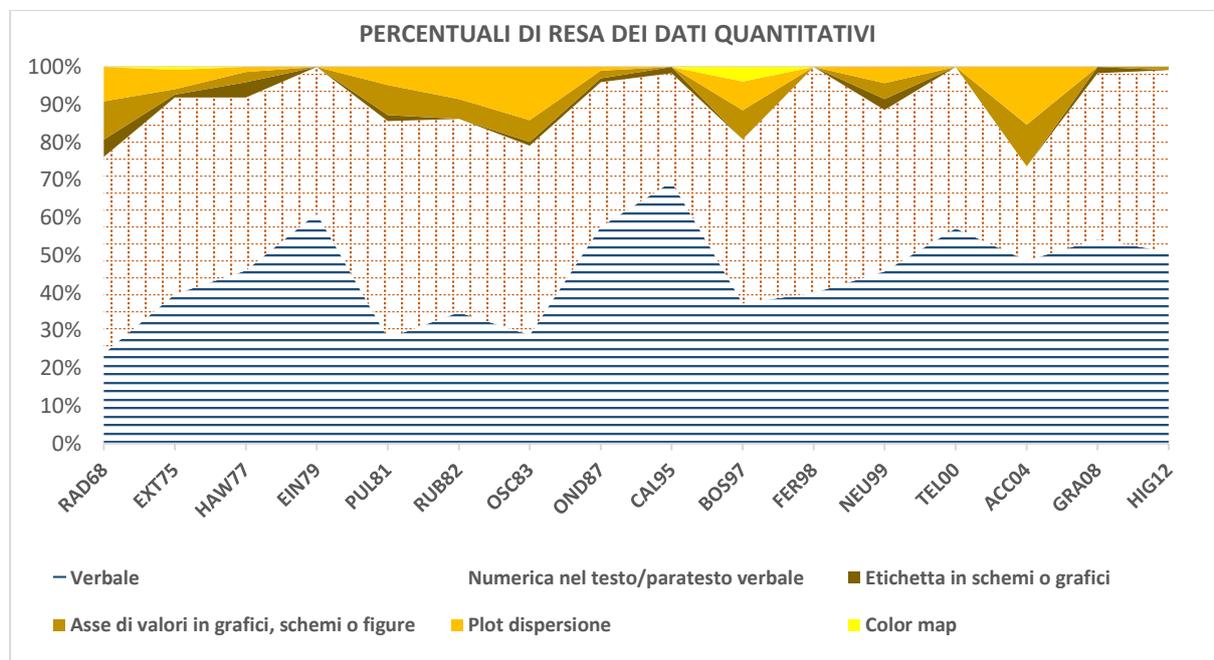
FIGURA 3: Posizione dei dati nella lettura e percentuali medie di reperibilità sull'intero campione Circa un terzo dei dati è rintracciabile con una lettura rapida che copra gli elementi paratestuali, la restante parte richiede una lettura comprensiva del testo.

4.3 Resa

Con l'indicatore *resa* abbiamo voluto riscontrare il linguaggio adottato nella presentazione dei dati nel nostro campione. Non è detto infatti che tutti i dati quantitativi siano presentati con un linguaggio numerico: possiamo scrivere i numeri in lettere ("trent'anni di ricerche", HIG12) o presentare una proprietà matematica con una combinazione di numeri e lettere ("un numero intero maggiore di 2", FER98, invece di " $n > 2$ "). Nonostante la resa verbale sia meno efficiente della resa numerica e conferisca al singolo dato una minore visibilità, scrivere dati in lettere presenta nondimeno dei vantaggi: si presta bene per numeri da 1 a 10 e per multipli di 10 (dove la resa numerica può risultare una scelta pedante, tanto che spesso si adotta la norma redazionale di non scrivere in cifre detti numeri) e si inserisce all'interno dell'impaginato con gli stessi ingombri e le stesse spaziature del testo. Inoltre, l'utilizzo di parole al posto dei numeri comporta necessariamente una minore compattezza nell'esposizione, e contestualmente permette al lettore poco avvezzo al linguaggio matematico di recepire l'informazione associata con meno ostacoli tecnici. Il dato reso verbalmente è quindi tendenzialmente più accessibile ma meno versatile in termini di complessità dei concetti trasmessi: per quanto abbiamo riscontrato relazioni quantitative tra grandezze esposte mutate anche da proposizioni articolate ("è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza"), è indubbio che la resa numerica

dei medesimi dati garantisce quel potere di sintesi e quella possibilità di sovrapporre diverse informazioni che sono caratteristiche esclusive del linguaggio matematico. La nostra delimitazione del singolo dato come quell'unità che convoglia una sola informazione numerica o una sola lista di informazioni equivalenti fa sì che anche l'indicatore *resa* abbia valori mutualmente esclusivi e ci consente quindi di fare valutazioni sulle percentuali di incidenza.

Tra i dati resi numericamente abbiamo distinto la resa numerica nel testo/paratesto verbale (didascalie o box informativi) da quella nel paratesto grafico (grafici, immagini, schemi esplicativi). La distinzione è motivata dalla diversa visibilità e fruibilità dei due sottoinsiemi, oltre che dalla nostra volontà di capire dove sono effettivamente dislocati i numeri e, più in generale, tutti i dati formalizzati con il vero e proprio linguaggio matematico. Infine, abbiamo considerato come resi graficamente tutti i dati espressi in forma di grafici a dispersione (plot) o color map, le uniche tipologie di grafico riscontrate, interpretando ogni linea di plot come un dato a sé stante. I dati numerici nel paratesto contenente dati grafici (assi di valori, etichette di dati) hanno sempre un ruolo funzionale alla comprensione e interpretazione dei dati grafici.



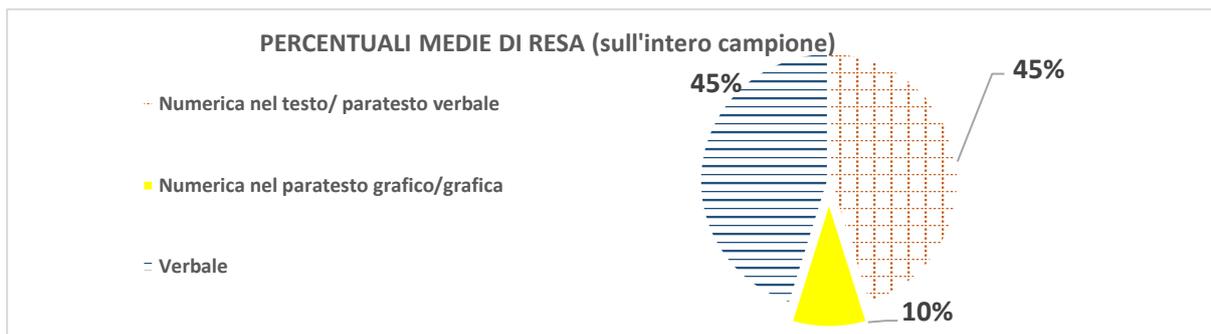


FIGURA 4: Resa dei dati quantitativi e percentuali medie di reperibilità sull'intero campione Osserviamo un graduale incremento della porzione di dati resi a parole (da circa il 40% a poco più del 50%). L'incidenza di dati numerici nel testo/paratesto verbale e nel paratesto grafico, così come l'incidenza dei dati resi graficamente, è rimasta piuttosto costante negli anni a meno di variazioni interne tra un articolo e l'altro.

Per quanto riguarda i dati presenti negli apparati verbali, sia esso il testo vero e proprio dell'articolo sia il paratesto verbale, osserviamo una distribuzione mediamente equa tra resa numerica e resa verbale. Possiamo ipotizzare che i due domini di resa non siano associati allo stesso tipo di dati: come anticipato, i dati resi a parole esprimono infatti nella stragrande maggioranza dei casi quantità inferiori a 10. Tra i dati resi in numeri o in grafici, pari al 55% del totale, circa il 20% è isolato in forma di grafici veri e propri, comprendendo nel computo anche gli elementi funzionali alla lettura dei grafici (assi di valori ed etichette), mentre il restante 80% è costituito da dati scritti in numeri e intercalati in periodi verbali. Per gli apparati verbali non possiamo quindi rilevare una resa privilegiata per i dati (verbale o numerica), mentre siamo in grado di attestare che i dati che parlano in cifre o per costrutti matematici sono di solito intercalati direttamente nel discorso (45% sul totale dei dati). Essendo la nostra una valutazione di incidenza che non si sofferma sul contenuto del singolo dato, non possiamo stabilire se quel 10% di dati sul totale a corredo del paratesto grafico sia più o meno rilevante dei dati numerici inseriti nel parlato.

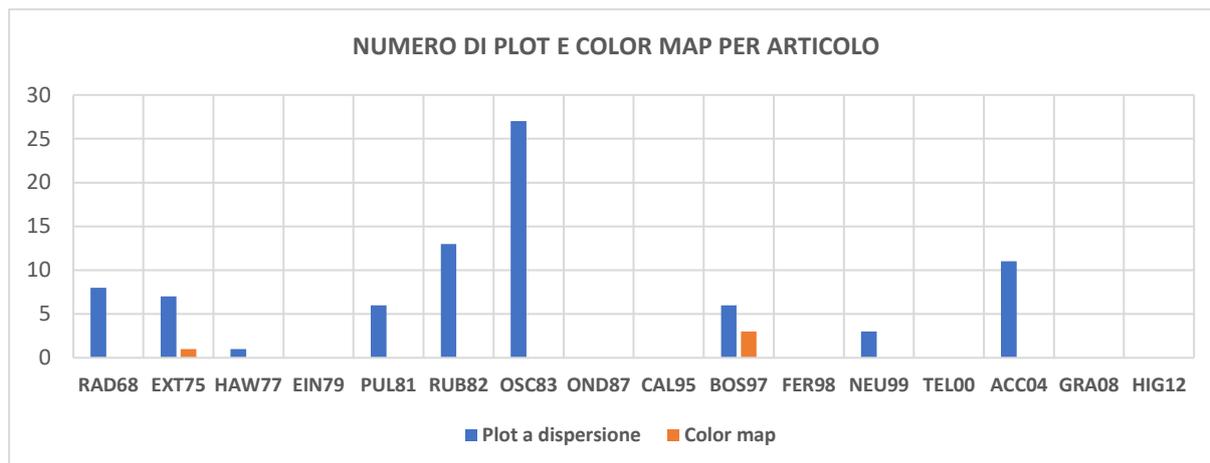


FIGURA 5: Incidenza assoluta dei dati grafici Gli articoli con un più alto livello di astrazione sono di solito privi di dati grafici (plot e color map). Questo trend si estende, nel tempo, anche agli articoli che trattano scoperte basate su lavori sperimentali (GRA08 o HIG12), lasciandoci supporre che il dato reso graficamente sia un formato via via meno cardinale nella trasmissione di informazioni quantitative.

Ricostruendo la presenza globale di plot e color map nei 16 articoli, abbiamo notato che, come per la numerosità, articoli che trattano argomenti teorici/astratti/di fondamento sono di solito privi, o quasi, di grafici (HAW77, EIN79, CAL95, TEL00). Tuttavia, basta confrontare la terna PUL81, RUB82 e OSC83 con GRA08 e HIG12 per rendersi conto che anche tra gli articoli più “sperimentali” il trend non è costante: con l’avanzare degli anni i grafici hanno gradualmente perso centralità nell’esposizione.

4.4 Notazione matematica

Con l’indicatore *notazione matematica* siamo entrati nello specifico degli oggetti matematici impiegati (numeri, operazioni, relazioni tra grandezze) indipendentemente dalla resa. Le casistiche elencate sono tutte quelle che appaiono nel campione: l’assenza di un tipo di notazione è quindi da ricollegare a un’assenza vera e propria negli articoli. Abbiamo separato questa analisi in base alla definizione ristretta (dati puramente numerici) e allargata (relazioni matematiche, equazioni, espressioni e simboli) perché abbiamo visto che la definizione allargata include informazioni quantitative con un maggiore livello cognitivo di elaborazione. La notazione dei singoli dati può essere molteplice, avendo scelto di delimitare il singolo dato come una porzione autosufficiente di informazioni. Questo operatore non è mutualmente esclusivo e possiamo solo rilevare l’incidenza assoluta di ciascuno dei suoi valori.

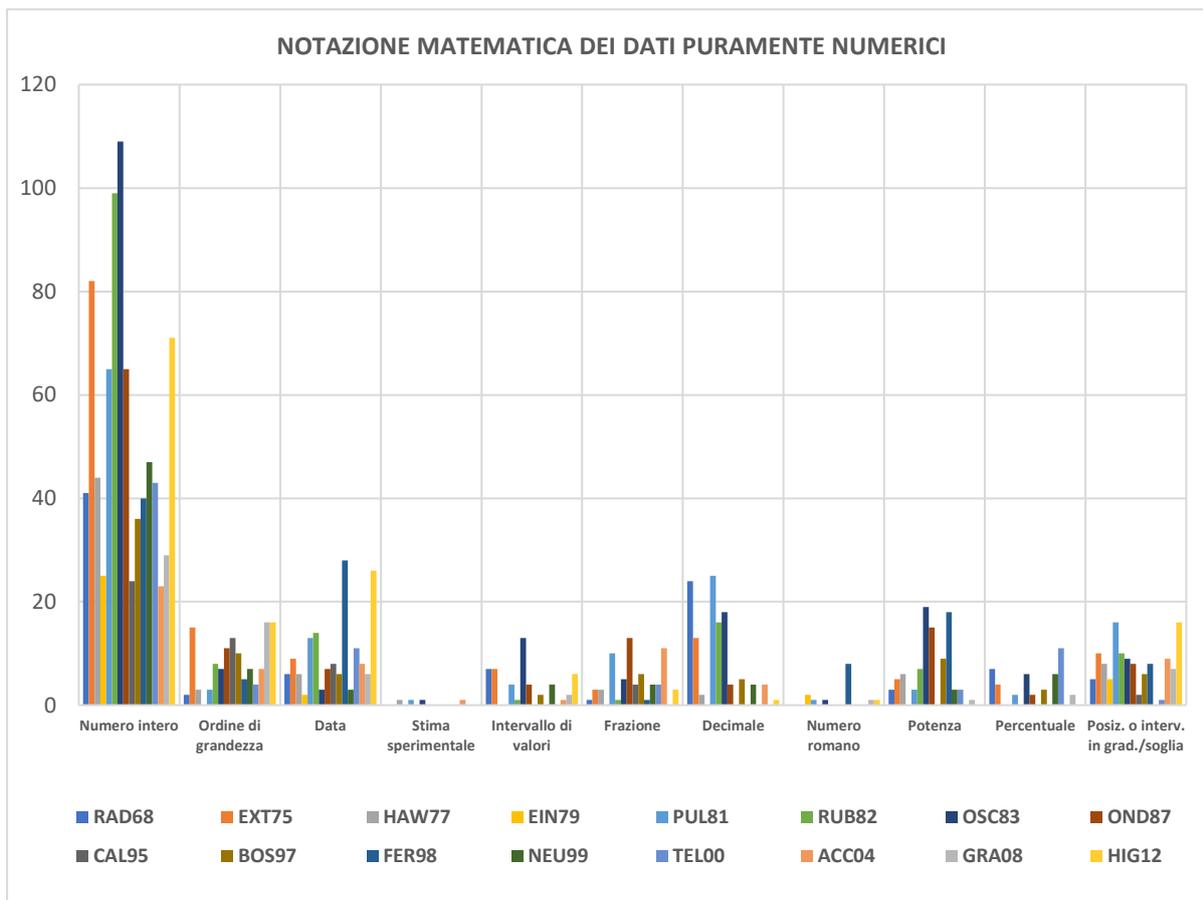


FIGURA 6: Incidenza assoluta della notazione matematica contenuta nei dati puramente numerici
 Osserviamo un'assoluta predominanza dei numeri interi. Altre notazioni comunemente adottate sono intervalli di valori, frazioni, decimali, potenze e relazioni d'ordine (maggiore di..., minore di...). Sorprende la generale scarsità di percentuali: per rapportare una parte al tutto si preferiscono generalmente le notazioni in frazione. Frequenti anche le date, che indicano la presenza di una cornice narrativa intorno alla notizia scientifica.

Il risultato principale di questa interrogazione è la presenza quasi egemonica della notazione “numero intero”: le quantità sono di solito arrotondate all'intero più vicino, e questo è sicuramente vantaggioso a livello comunicativo perché il numero intero è la notazione più incisiva e facile da ricordare (basti pensare alla velocità della luce, arrotondata a $3 \cdot 10^8$ m/s invece del valore più fedele $2,998 \cdot 10^8$ m/s), ma è anche più compatta e leggera se si va a guardare l'ingombro richiesto in pagina. Questo aspetto può forse fornirci un indice dell'abitudine del lettore al numero in sé: i numeri naturali sono quelli che incontra di più nelle sue letture divulgative. Un altro aspetto che emerge dall'analisi è un utilizzo non banale degli ordini di grandezza, cioè di quantificazioni che riportano solo un generico dimensionamento (“decine di costosi magneti”, HIG12): l'ordine di grandezza è un compromesso estremamente efficace tra livello tecnico,

livello di dettaglio, efficacia comunicativa e facilità di lettura. Nel corso del tempo il suo utilizzo è gradualmente cresciuto, a significare che questi vantaggi sono stati riconosciuti e in qualche modo valorizzati.

Per quanto riguarda invece i dati formulati attraverso costrutti matematici più complessi del solo numero, osserviamo una preponderanza delle relazioni quantitative tra grandezze (dipendenza o funzione esplicita) e delle espressioni aritmetiche. Le equazioni inserite fedelmente nel testo non rappresentano una prassi consolidata, e dalla fine degli anni Novanta possiamo osservare una drastica diminuzione, fino alla completa assenza, di questo formalismo comunicativo. Un'eccezione è costituita da FER98, l'unico articolo di matematica del campione, che si avvale di un numero cospicuo di equazioni poiché l'argomento stesso dell'articolo è la dimostrazione di un noto teorema algebrico. La scarsità di simboli matematici o carattere operatoriali ci dice comunque che in tutti i dati matematicamente più "alti" non sono impiegati formalismi complessi o operazioni concettualmente avanzate (integrali o derivate).

Dalla notazione emerge indirettamente un profilo di *numeracy* piuttosto stabile: al lettore sono richieste conoscenze di matematica ampiamente coperte dagli obiettivi di apprendimento della **scuola secondaria di primo grado** (operazioni aritmetiche di base, potenze, frazioni). In altre parole, non è richiesta una padronanza esperta della matematica per riuscire a recepire i dati inseriti negli articoli della raccolta.

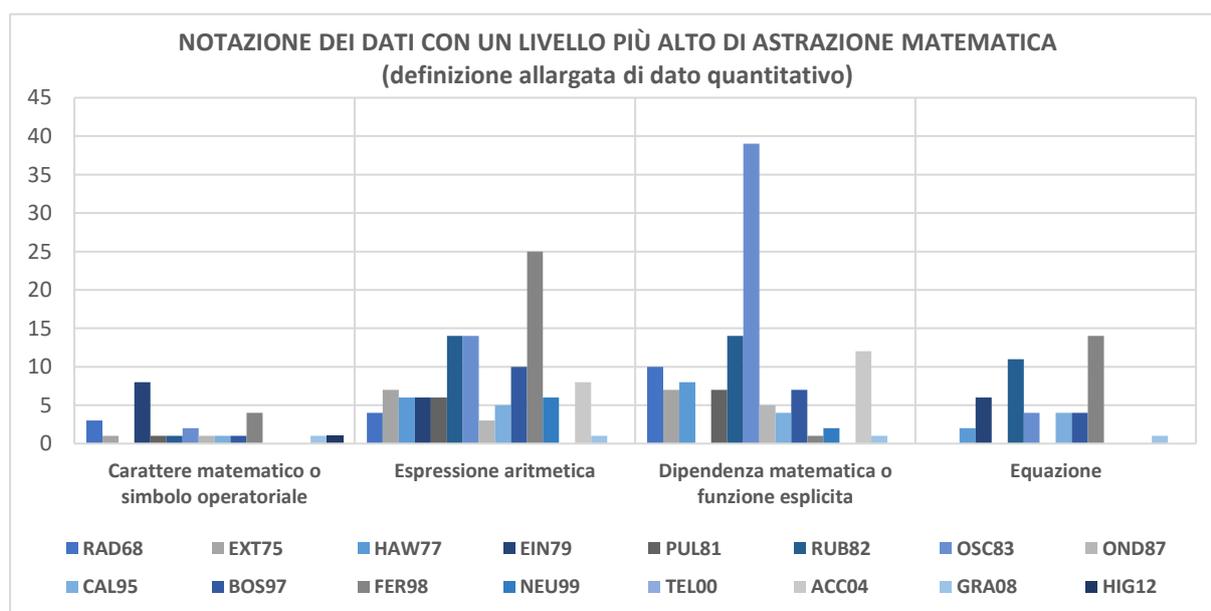


FIGURA 7: Incidenza assoluta della notazione matematica contenuta nei dati con maggiore livello tecnico di matematica Dipendenze matematiche tra grandezze ed espressioni aritmetiche sono le notazioni di matematica "avanzata" riscontrate più frequentemente. L'articolo FER98 si distingue anche per una presenza cospicua di equazioni, come ci si potrebbe aspettare da un articolo che divulga temi di matematica.

4.5 Unità di misura

Se per noi le informazioni quantitative sono elaborate come dati numerici o espressioni matematiche, è anche vero che un numero può essere inteso come un numero *di qualcosa*, ossia come il valore di una quantità fisica. Siamo quindi andati a vedere in quale misura i dati del nostro campione sono accompagnati da una dimensione fisica, ossia da un'unità di misura. Non rientrano in questa categoria le equazioni matematiche e i semplici conteggi di cardinalità ("più di 1200 magneti superconduttori", HIG12). Abbiamo incluso nel ventaglio di valori anche la valuta monetaria, anche per rintracciare il livello di attenzione data all'aspetto economico dietro la produzione scientifica. Tra le unità di misura abbiamo tenuto conto anche delle unità temporali macroscopiche (minuti, ore, anni ecc.) perché presenti anche nelle trattazioni squisitamente scientifiche, nella fattispecie quelle relative all'astronomia.

L'indicatore *unità di misura* ci dà informazioni su quanto il dato quantitativo sia usato per numerare/rapportare o per esprimere il valore effettivo una proprietà fisica: notiamo che la distribuzione tra questi due utilizzi è pressoché equa fino a OND87, con l'eccezione di EIN79 che non presenta alcuna unità di misura essendo una trattazione puramente teorica sulla natura dello spaziotempo, dove quindi non è richiesto fornire misure effettive di spazi e di tempi per illustrarne la geometria o la dinamica. A partire da CAL95 i dati sono per la maggior parte privi di unità di misura, ma non possiamo ricondurre questa evidenza a un uso sistematicamente diverso delle unità di misura, quanto piuttosto alla specificità dell'argomento trattato in ogni articolo. All'interno dei dati provvisti di unità di misura, lo standard fornito dal Sistema Internazionale non si riflette in un utilizzo prevalente delle relative unità di misura. Questo perché, anche a livello accademico, le unità di misura sono scelte in relazione alla materia trattata e alla comodità di utilizzo: per esempio non ha senso esprimere in potenze del metro (unità di misura della lunghezza nel S.I.) la distanza tra due stelle, perché l'anno-luce si presta molto meglio alle scale dimensionali dell'universo.

Abbiamo anche tenuto traccia delle unità customizzate, ossia quelle misure che si rapportano a un oggetto fisico arbitrario (“spesso 10 piani atomici”, GRA08). Non abbiamo riscontrato un utilizzo diffuso di questa modalità di quantificazione, ad eccezione degli articoli che trattano argomenti storicamente basati su questo approccio (fisica dei materiali - atomi, informatica - bit, astronomia – raggi stellari).

Rileviamo infine un aumento, in tempi recenti, dei dati monetari: indice questo della sempre maggiore attenzione da parte del pubblico alle risorse prelevate dalle società per scopi scientifici (GRA08, HIG12), che si riflette in una trattazione comprensiva di questi fattori.

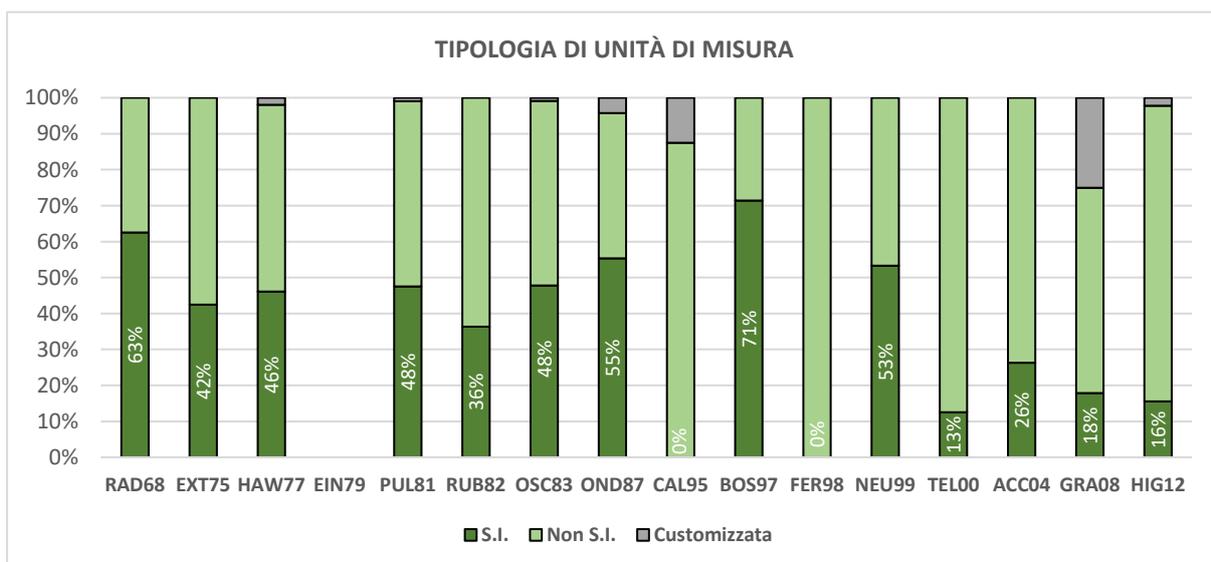
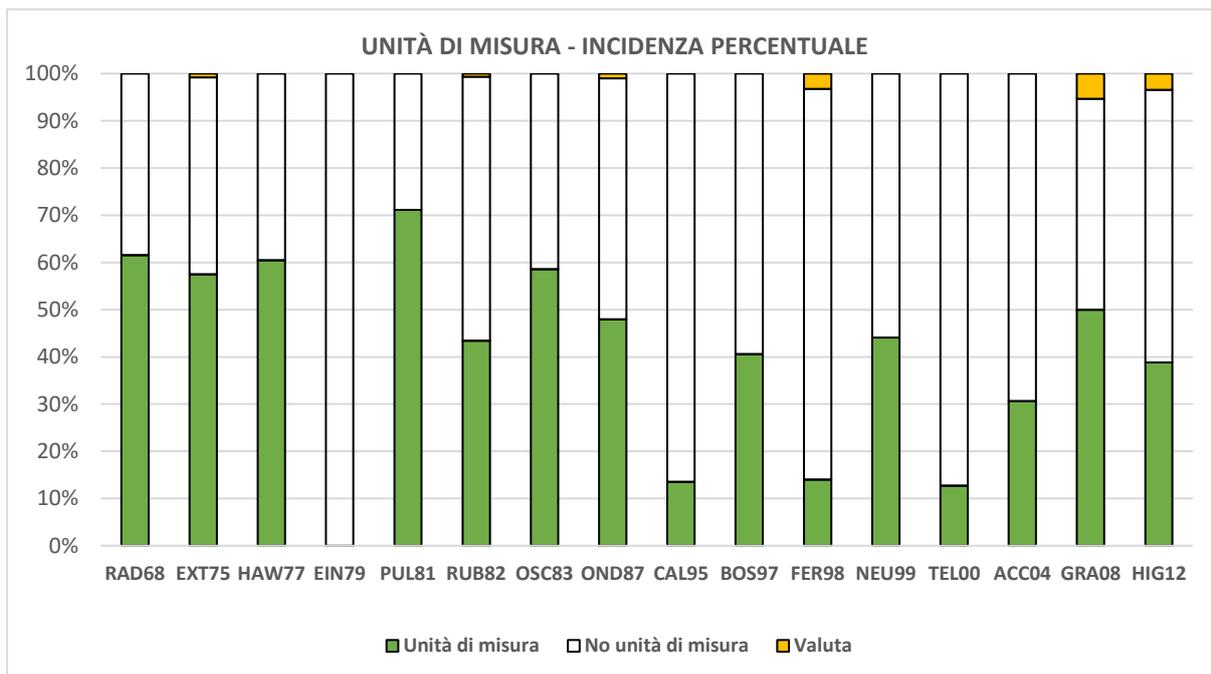


FIGURA 8: Presenza, tipologia e impiego delle unità di misura a corredo dei dati quantitativi In media, poco meno della metà dei dati quantitativi presenta un'unità di misura. Tra questi, la percentuale di unità appartenenti al Sistema Internazionale è in calo nel corso del tempo.

Abbiamo infine raggruppato i dati provvisti di unità di misura in base alla finalità di utilizzo: descrizione di un contenuto scientifico o narrazione. Nel circa 20% delle unità di misura a scopo narrativo ritroviamo tutte quelle metriche temporali che raccontano l'evolversi di teorie e processi scientifici. La stragrande maggioranza delle unità di misura, comunque, pertiene alla diffusione di informazioni tecniche: l'80% delle unità di misura sono impiegate per descrivere i metodi e i risultati dell'attività scientifica.

Un'ultima domanda che siamo posti per questo indicatore è la presenza o meno dei prefissi o suffissi che esprimono le potenze del 10: chilo-, mega-, giga-, micro-, nano- ecc. Ebbene, il loro utilizzo non è per nulla trascurabile (dal 10% al 40%): questo può essere spiegato dal fatto che già nella vita di tutti i giorni siamo abituati a utilizzare prefissi per denotare distanze (chilometri) o capacità (decilitri, gigabyte). Non stupisce che anche il lettore di *Le Scienze* sia allenato a recepire questo formato linguistico, anche se non possiamo risalire alla percentuale dei lettori che effettivamente conosce la potenza del 10 associata ad ogni prefisso.

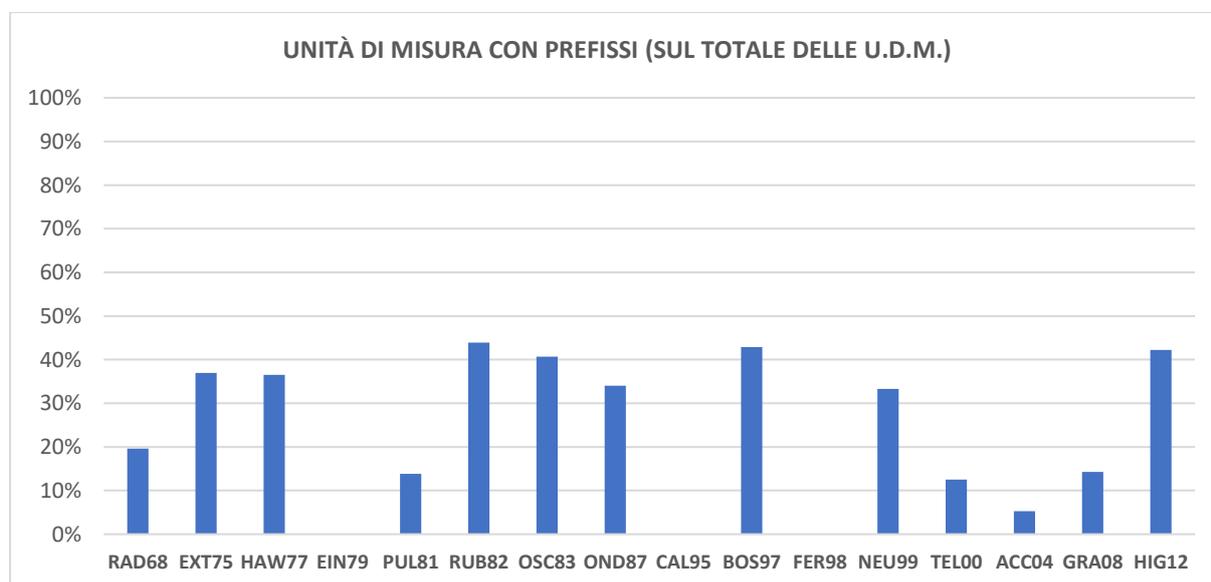


FIGURA 9 Percentuali di dati con unità di misura contenente prefissi (sul totale dei dati con unità di misura)
 A meno di oscillazioni locali, il lettore di questi articoli ha spesso avuto a che fare con prefissi che quantificano l'ordine di grandezza delle quantità fisiche (potenze del 10)

4.6 Nozione espressa dai dati

Con l'indicatore *nozione* ci siamo chiesti di cosa parlano effettivamente i dati quantitativi del campione, ossia quale aspetto della realtà essi descrivono. Questo indicatore non è mutualmente esclusivo perché un dato può esprimere più di una sola nozione: l'esempio lampante è la lunghezza d'onda di emissione di una sorgente, che viene espressa in termini della temperatura di un corpo nero equivalente con un picco di emissione in quella frequenza (RAD68). Anche le distanze-luce racchiudono una nozione sia di distanza che di tempo, legate tra loro dalla velocità invariante della luce. Abbiamo quindi rilevato le incidenze assolute di ogni nozione. Quello che emerge è una dominanza delle **cardinalità** (coerente con l'elevata incidenza di dati privi di unità di misura), degli **spazi** e dei **tempi**. In sostanza, nella divulgazione scientifica di matematica e fisica pare che le informazioni numeriche riguardino principalmente conteggi, localizzazioni e distanze, sia spaziali sia temporali. Non mancano ovviamente nozioni specifiche di ogni articolo, specialmente nozioni di energia e di stati cinetici (velocità o accelerazioni). Dall'analisi emerge una sorta di meccanicismo descrittivo: i fenomeni della realtà e i processi della scienza sono inquadrati innanzitutto esponendo la loro numerosità e dimensionandoli in rapporto alla nostra percezione del grande, del piccolo, del breve, del duraturo, del veloce e del lento.

Sorprende la scarsità di nozioni di probabilità, che è pur sempre un aspetto essenziale delle valutazioni sperimentali di confidenza e accuratezza. Il lettore sembra essere stato protetto, specialmente in tempi meno recenti, dalle valutazioni statistiche dietro un risultato scientifico. Le probabilità inserite riguardano infatti aspetti tecnici (CAL95) piuttosto che l'affidabilità delle affermazioni scientifiche.

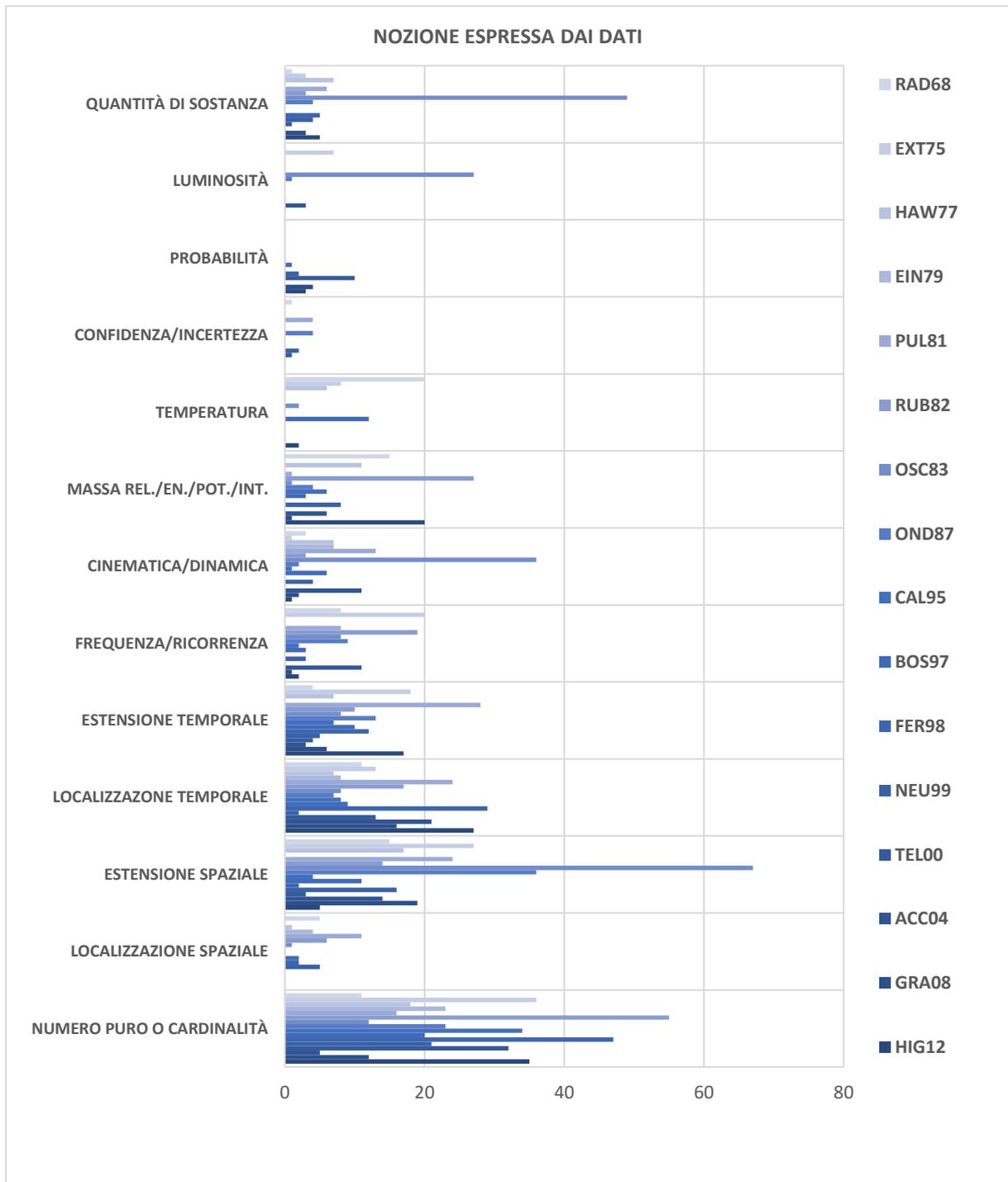


FIGURA 10 *Nozione contenuta nei dati quantitativi* Prevalgono i conteggi, le localizzazioni e le distanze (sia nello spazio che nel tempo).

4.7 Ambito di informazione dei dati

Con questo indicatore abbiamo interrogato le nostre griglie circa il campo di conoscenze affidato alla trattazione quantitativa. Tre sono le aree di maggiore copertura: il contenuto tecnico puramente scientifico, ossia l'informazione vera e propria che sta alla base della notizia e racconta cosa sappiamo in più sulla realtà fenomenica, i metodi e gli strumenti utilizzati per raggiungere l'evidenza (OND87) e la cronistoria che fa da cornice alla scoperta o al conseguimento scientifico (FER98). Per gli articoli di fisica, il contenuto tecnico copre anche, come anticipato, discipline "satellite" che si inseriscono nel contesto scientifico trattato: per articoli di astrofisica non mancano, per esempio, dati riguardanti gli oggetti del cosmo e le loro proprietà (OSC83).

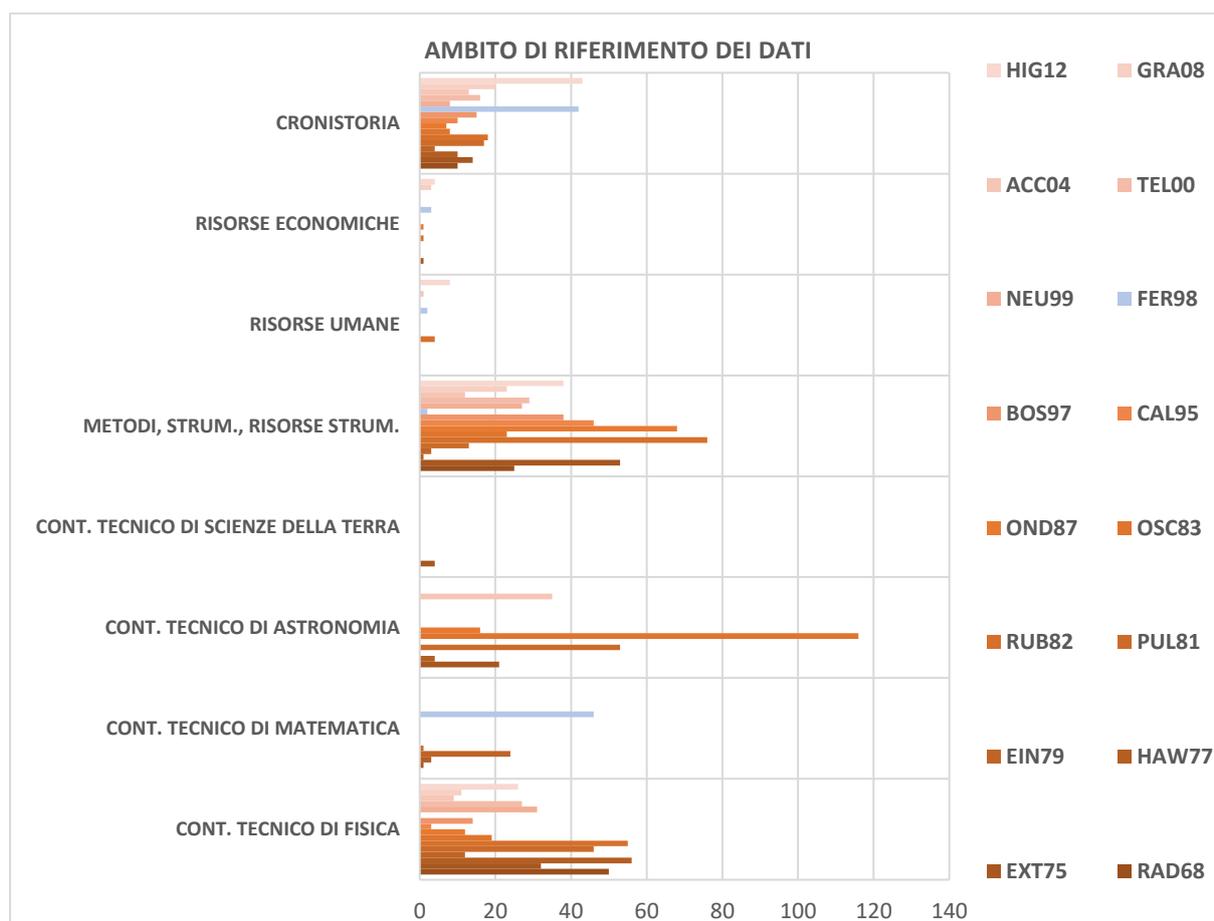


FIGURA 11 *Ambito di riferimento dei dati quantitativi* I dati, intesi nella nostra definizione, sono principalmente impiegati per parlare di contenuti scientifici, spiegare i metodi di indagine, descrivere gli strumenti utilizzati e raccontare le cornici cronologiche delle scoperte o dei risultati tecnologici.

Nel corso degli anni cresce l'utilizzo di dati per descrivere le risorse umane ed economiche (GRA08, HIG12) dietro la ricerca raccontata, ma non possiamo consacrare tale evidenza ad un trend stabile: ci limitiamo a vedere questa crescita come sintomatica del crescente dialogo scienza-società in atto in questo periodo storico. Un dialogo che spiega anche come i dati devoluti alla narrazione che fa da sfondo a una notizia siano gradualmente cresciuti, sia in numeri assoluti sia in percentuale sul totale dei dati, specialmente a partire da TEL00.

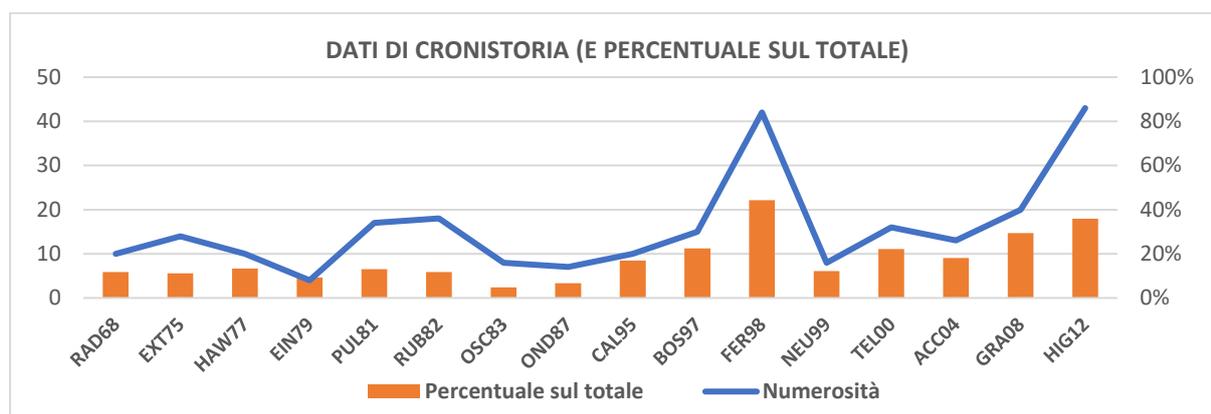


FIGURA 12 Incidenza assoluta e relativa dei dati relativi alla cronistoria che fa da cornice alla notizia. Possiamo riscontrare un generale incremento nell'utilizzo di questi dati, sintomo di un maggiore interesse, sia lato autore/editore sia lato lettore, per l'inquadramento storico di un risultato scientifico.

4.8 Finalità di utilizzo dei dati

L'indicatore *finalità* conferma quanto detto a proposito delle unità di misura e dell'ambito di riferimento dei dati: la maggior parte dei dati è impiegata per descrivere la realtà fenomenica attraverso la lente della scoperta scientifica in oggetto di ciascun articolo, o per narrare la catena di eventi che ha portato a un dato risultato, inclusi quelli più aneddotici che danno colore al racconto. Non mancano però dati inseriti in speculazioni su possibili sviluppi (su tutti, il bellissimo EXT75 che indaga la possibilità di aprire un canale di comunicazione con civiltà extraterrestri ed espone cosa si è fatto a tal scopo fino a metà degli anni 70 per poi ipotizzare cosa si potrebbe fare in un futuro prossimo). Pochi dati quantitativi sono invece devoluti a fornire esempi concreti delle scoperte divulgate o delle loro applicazioni e implicazioni (TEL00 e OSC83 sono le pubblicazioni che ne presentano di più). Questo ci sorprende perché ci porta ad

attribuire a *Le Scienze* un'asticella più alta in termini di sforzo comunicativo impiegato per facilitare la comprensione e la visualizzazione di un argomento scientifico, se assumiamo che gli esempi assolvano principalmente alla funzione facilitatrice.

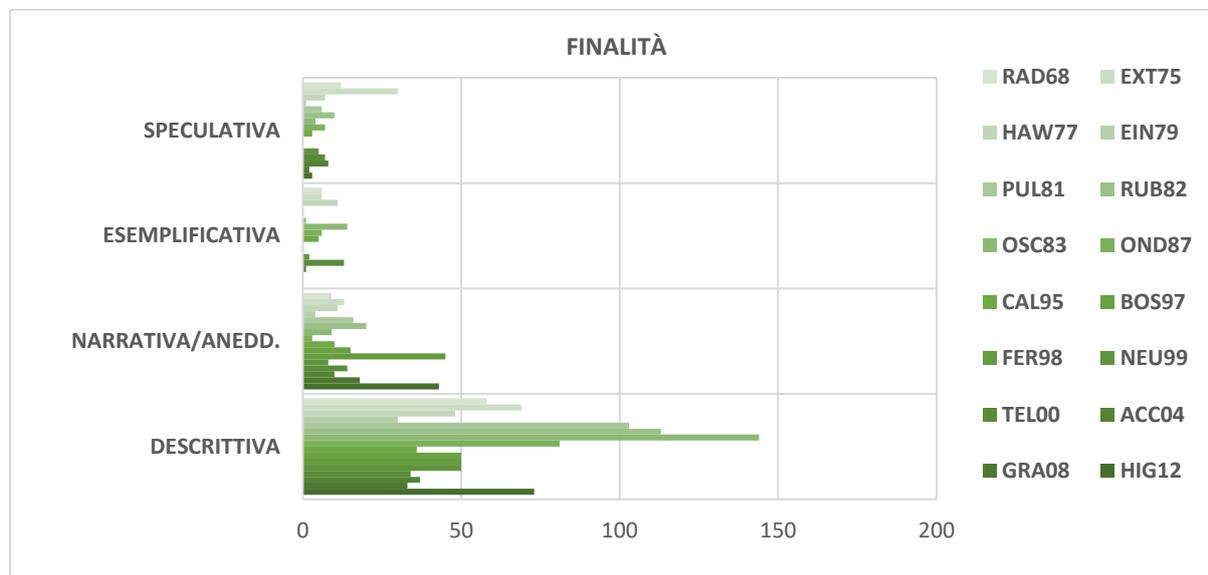


FIGURA 13 Finalità di utilizzo dei dati quantitativi Come ci aspettavamo, prevalgono le finalità descrittiva e narrativa.

4.9 Sintassi limitrofa

Poiché abbiamo riscontrato una predominanza di dati espressi in numeri interi, ci siamo chiesti se la perdita di dettaglio e accuratezza correlata a questo impiego fosse bilanciata da una formulazione sintattica di approssimazione (“circa”, “approssimativamente”, ...), e se oltre a questo i dati numerici fossero anche valorizzati tramite espressioni che ne rimarcassero il contenuto notiziale (“ben...”, “oltre...” ecc.). L'indicatore *sintassi limitrofa* codifica il ruolo semantico di tutti quei lemmi che si trovano nelle immediate vicinanze del singolo dato e ne forniscono un'accezione specifica, che abbiamo riscontrato essere dei soli due tipi menzionati: approssimativa e rafforzativa della notizia. Tuttavia, non abbiamo rilevato una presenza importante di questo tipo di sintassi, e anzi nel corso degli anni l'attitudine a esplicitare l'arrotondamento delle quantità si mostra in calo. Viceversa, la tendenza ad esaltare la novità racchiusa nel dato è stabile nel tempo ma subisce un incremento significativo

in tempi recentissimi. Non ci sentiamo però in grado di attribuire a questa evidenza un trend significativo.

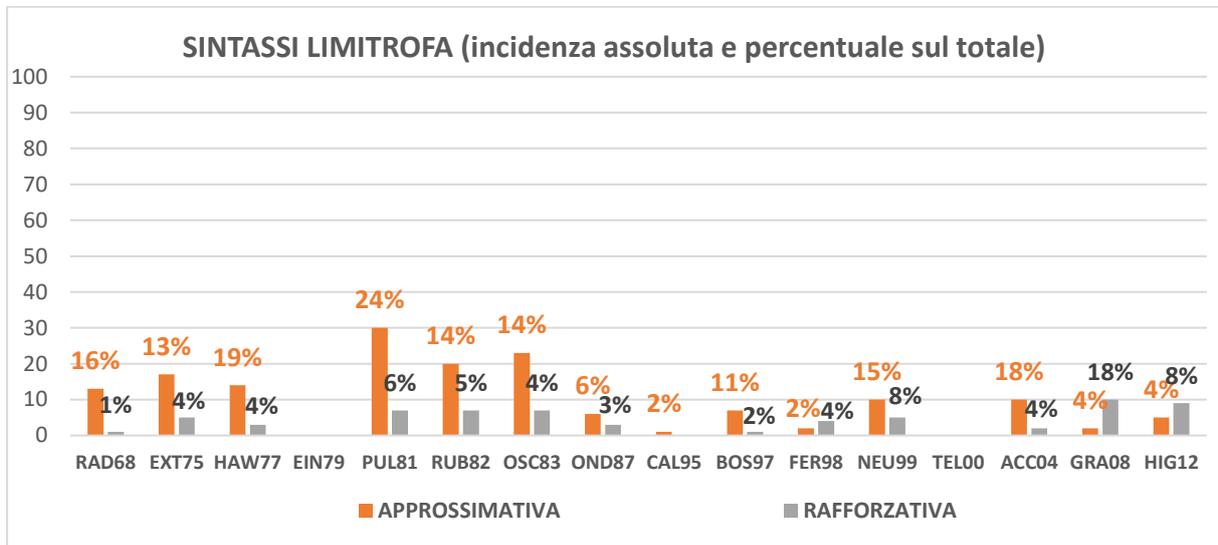


FIGURA 14 *Ruolo semantico della sintassi in prossimità dei dati quantitativi* Avverbi, aggettivi e locuzioni nelle immediate vicinanze del dato, dove presenti, servono a dare un'accezione approssimativa o a rafforzare il contenuto notiziale del dato.

CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE

A valle della nostra analisi del contenuto possiamo elaborare delle considerazioni sull'utilizzo dei dati quantitativi negli articoli di matematica e fisica inclusi nella raccolta commemorativa di *Le Scienze*. Seguendo la traccia fornita dalle categorie di analisi, possiamo innanzitutto affermare che i dati quantitativi permeano generalmente tutti gli apparati dell'articolo, eccezion fatta per gli elementi di "strillo", ossia titoli, sottotitoli e intestazioni. Possiamo dire che nessuna dato rappresenta la notizia vera e propria, ma piuttosto tutti i dati sono trattati in ottica strumentale alla notizia: il dato fornisce evidenza a supporto della notizia (per esempio, in HIG12 la notizia è la conferma sperimentale dell'esistenza del bosone di Higgs, e il dato principale associato al bosone è la sua energia a riposo, pari a circa 125 GeV, che fornisce la scala di energie alla quale è stata rintracciata l'evidenza della sua esistenza); o ancora, il dato fornisce un elemento di inquadramento della notizia, come le caratteristiche delle strumentazioni impiegate in una ricerca o le procedure logistiche di realizzazione di un esperimento. In questo senso, in termini di finalità i dati quantitativi riscontrati nel campione non hanno un ruolo subalterno, ma rappresentano una parte fondamentale della descrizione del contenuto scientifico e della narrazione intorno a esso.

Passando al formato dei dati quantitativi, l'alto livello tecnico dei contenuti divulgativi di *Le Scienze* è espletato con un linguaggio che è equamente verbale e matematico: queste due componenti sono pressoché paritarie su tutto il campione, a significare che le descrizioni quantitative che sono parte del flusso divulgativo scientifico non sono appannaggio dei soli codici di scrittura matematica (cifre, simboli e operatori). *Le Scienze* sembra dimostrare questo aspetto, laddove potevamo aspettarci una propensione per il linguaggio matematico in virtù dell'alto livello di trattazione. Inoltre, quello che emerge in modo evidente è la semplicità del formato dei dati numerici, che sono per la maggior parte numeri naturali (interi e positivi). D'altro canto, l'inserimento di dati matematicamente più complessi come dipendenze quantitative tra variabili o espressioni aritmetiche rappresenta una prassi consolidata e tuttora in vigore, seppur con variabilità locali tra i singoli articoli. Riprendendo la nostra ipotesi di un profilo indotto di *numeracy*, questa analisi ci suggerisce che per elaborare correttamente i dati

quantitativi in articoli di matematica e fisica di *Le Scienze* non occorrono competenze successive alla scuola secondaria di primo grado (scuole medie). L'eventuale difficoltà nella comprensione di un articolo di matematica e fisica in *Le Scienze* non sembra quindi risiedere nella formalizzazione matematica dei suoi dati quantitativi, quanto piuttosto nella grande varietà di contenuti tecnici convogliati da questi dati (nel caso di HIG12, l'eventuale barriera alla comprensione non consiste nel recepire il dato di energia a riposo a 125 GeV, quanto piuttosto sapere a priori cosa si intende per energia a riposo). Contenuti anche tecnicamente complicati, quindi, sono solitamente supportati da dati che, in sé, adoperano una matematica di facile ricezione. E passando proprio al contenuto, i dati quantitativi non supportano la sola descrizione di scoperte e fatti scientifici: la crescente diversificazione dei contenuti che fanno notizia in un articolo divulgativo, estesa oggi anche ai processi sottostanti della produzione scientifica e alla ricostruzione storica degli iter conoscitivi, si traduce quindi in una analoga diversificazione dell'ambito di utilizzo dei dati stessi. La divulgazione tramite numeri si rivela quindi adatta a tutti gli intenti comunicativi dell'autore e, come si è detto al capitolo uno, torna sempre utile per dare notiziabilità ai fatti selezionati dall'arbitrio di chi pubblica.

Emerge quindi con chiarezza il ruolo dei dati quantitativi come strumenti di visualizzazione, dimensionamento e messa in prospettiva di un fatto di matematica e fisica, che non richiedono elevate competenze di tipo matematico quanto piuttosto una familiarità del lettore allo specifico argomento, al lessico relativo e alla teoria fisica sottostante. I dati del nostro campione forniscono dei binari attraverso cui presentare, approfondire e discutere le notizie di matematica e fisica e, in quanto tali, sono un elemento chiave della costruzione del prodotto comunicativo medio di *Le Scienze*.

Infine, il fatto che gli autori siano in molti casi persone di grande visibilità non ha prodotto un riscontro nel loro stile comunicativo rispetto ad autori meno noti, né nella direzione di una maggiore difficoltà tecnica del linguaggio matematico adottato né, viceversa, nella direzione di una narrazione più leggera e qualitativa dei dati. In questo possiamo sicuramente ipotizzare l'influenza normalizzante del lavoro editoriale (di

Scientific American e *Le Scienze*), che potrebbe aver filtrato gli aspetti più indigesti dell'articolo per favorire l'accessibilità alla notizia.

CONCLUSIONI

Questo lavoro di tesi rappresenta un primo studio esplorativo dell'utilizzo dei dati quantitativi nell'alta divulgazione cartacea della scienza in Italia. Un primo risultato della tesi è stato la definizione di dato quantitativo: una definizione in senso meno stringente del semplice numero, che cerca di includere in modo autoconsistente tutte le varie forme di trattazione quantitativa che possono apparire in prodotti divulgativi cartacei di "alto livello".

Un altro risultato è stato la realizzazione di un'apposita griglia attraverso cui strutturare un'indagine quantitativa sul contenuto di dati in un articolo divulgativo. Questa griglia è sicuramente ottimizzabile migliorando il delineamento degli assi di analisi del dato quantitativo, che nel nostro lavoro sono la centralità visiva, il formato, il contenuto espresso e la finalità comunicativa, ma possono essere modificati o affiancati ad altri assi di valutazione ricavabili con studi aggiuntivi. Per esempio, un'analisi successiva che sarebbe interessante svolgere è il confronto con prodotti comunicativi presi da altre testate, quotidiani o periodici. Una prima osservazione dell'utilizzo dei dati quantitativi negli articoli del Corriere della Sera che hanno trattato per la prima volta le stesse notizie contenute nel nostro campione ha rivelato una generale scarsità di dati quantitativi, riconducibile probabilmente a limiti di ingombro molto più stringenti nelle pagine di un quotidiano e a un target di lettori più ampio ed eterogeneo della sola nicchia di lettori di *Le Scienze* (questa valutazione di ampiezza maggiore del target si basa su una semplice valutazione dei volumi di vendite del Corriere, primo quotidiano in Italia, rispetto a *Le Scienze*). Riteniamo che un confronto dell'utilizzo di dati quantitativi in *Le Scienze* rispetto ad altre testate permetta di rintracciare eventuali correlazioni tra l'utilizzo dei dati quantitativi e il correlato apporto conoscitivo e interpretativo nei confronti del lettore. Quello che risulta a prima vista è che, ai fini di una divulgazione esaustiva e ricca di spunti critici per il lettore, si debba necessariamente introdurre una qualche porzione di informazioni quantitative, se non altro per dare struttura e fondamento all'espansione della notizia nei suoi aspetti significativi.

Altri possibili sviluppi della ricerca includono l'analisi del contenuto quantitativo degli articoli della raccolta 1968-2018 esclusi dal nostro campionamento, riguardanti principalmente le scienze della vita. Se è vero infatti che possiamo considerare gli articoli di matematica e fisica come un *benchmark* di difficoltà per l'elaborazione numerica e matematica di informazioni, è altrettanto vero che la divulgazione di scienze della vita presenta delle peculiarità (una su tutte le dirette implicazioni per le prospettive di salute del lettore) che potrebbero rendere estremamente interessante lo studio dell'impiego della matematica nel divulgare questioni di grande impatto sul pubblico. Una rapida lettura degli articoli della raccolta esclusi in fase di campionamento ha comunque mostrato una mole decisamente inferiore di dati quantitativi, anche se i dati che sono presenti potrebbero ricoprire un ruolo comunque decisivo nel flusso comunicativo tra autore e lettore.

Un ulteriore spunto di prosecuzione dell'indagine potrebbe essere l'analisi su sottoinsiemi di dati all'interno della stessa griglia: incrociando i vari indicatori è plausibile che emergano trend più specifici all'interno del nostro campione, in grado di delineare con maggiori dettagli le interazioni tra formato, contenuto e fine comunicativo dei dati quantitativi.

In definitiva questo lavoro ci ha rivelato quanto l'utilizzo dei dati sia un fattore primario di influenza dei processi epistemici della divulgazione scientifica, fortemente sensibile a una pleora di aspetti diversi dei processi di comunicazione della scienza. La ricerca effettuata ci ha convinto che l'impiego di dati quantitativi nella divulgazione scientifica rappresenti una cartina al tornasole non solo del livello tecnico delle informazioni trasmesse, ma anche delle strutture di significato in cui queste informazioni si inseriscono e delle competenze richieste per accedervi.

Riferimenti

1. Li N., Brossard D., Scheufele D. A., Wilson P.H., Rose K.M. *Communicating data: interactive infographics, scientific data and credibility*, JCOM, 2018
2. Shaw C., *Hundreds of open access journals accept fake science paper*, The Guardian, 2013
3. Lord C.G., Ross L., Lepper M.R., *Biased assimilation and attitude polarization: the effects of prior theories on subsequently considered evidence*, Journal of Personality and Social Psychology, 1979
4. Coddington M., *Clarifying journalism's quantitative turn: a typology for evaluating data journalism, computational journalism, and computer-assisted reporting*, Taylor & Francis, 2015
5. Lewis S.C., *Journalism in an era of big data: cases, concepts and critiques*, Taylor & Francis, 2015
6. Meyer P., *Precision Journalism: A Reporter's Introduction to Social Science Methods*, Rowman & Littlefield Publishers, 2002
7. Brown J.R., Earnshaw R., Jern M., Vince J., *Visualization: using computer graphics to explore data and present information*, Wiley, 1995
8. ¹ *Millennials are screwed*, The Huffington Post
<https://highline.huffingtonpost.com/articles/en/poor-millennials/?mobile=1>
9. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Communicating science effectively: a research agenda*, The National Academies Press, 2017
10. Kahan D.M., *What is the "science of science communication"?*, JCOM, 2015
11. Short D.B., *The public understanding of science: 30 years of the Bodmer report*, The School Science Review, 2013
12. Bodmer W., *The public understanding of science*, Royal Society, 1986
13. Roberts D.A., *Scientific literacy/science literacy*, Handbook of research on Science Education, Taylor & Francis, 2013
14. Hunter P., *The communication gap between scientists and public*, Wiley, 2016
15. Hallman W.K., *What the public thinks and knows about science – and why it matters*, The Oxford handbook of the Science of Science Communication, Oxford University Press, 2017
16. American Association for the Advancement of Science, *From PUS to PEST*, Science n.298, 2002
17. McFadden B.R., Lusk, J.L. *What consumers don't know about genetically modified food, and how that affects beliefs*, The FASEB Journal, 2016
18. Giaquinto M., *Philosophy of Number*, The Oxford Handbook of Numerical Cognition, 2015
19. Tonelli G., Wu S.L., Riordan M., *Il bosone di Higgs, finalmente*, Le Scienze n.530, 2012
20. Marshall O.R., *Toward a Kripkean Concept of Number*, CUNY Academic Works, 2016
21. Peters E. et al., *Numeracy and decision making*, Sage Journals, 2006
22. *Raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 dicembre 2006, relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente*, OJ L 394, 30.12.2006, p. 10–18
23. *Competenze chiave di cittadinanza da acquisire al termine dell'istruzione obbligatoria*, https://archivio.pubblica.istruzione.it/normativa/2007/allegati/all2_dm139new.pdf
24. Greco P., *La battaglia di Felice Ippolito*, Lescienze.it, 01/10/2015
25. https://www.infoclip.it/rivista/Le_Sienze
26. Fahy D., Nisbet M.C., *The science journalist online: shifting roles and emerging practices*, Sage Journals, 2011
27. Berelson B., *Content Analysis in Communication Research*, The Free Press, 1952
28. Strauss A., Corbin J., *Grounded theory methodology*, Handbook of qualitative research, 1994
29. Bowen G.A., *Grounded theory and sensitizing concepts*, International journal of qualitative methods, 2006
30. Werlich E., *A text grammar of English*, Quelle & Meyer, 1982