

PER SAPERNE DI PIÙ

Come scrivere un articolo scientifico Writing a scientific article

Alessandro Bettini (*)

*Dipartimento di Fisica e Astronomia “G. Galilei”, Università di Padova
e INFN-Sezione di Padova, Padova, Italia*

Riassunto. Questo articolo è basato su di una mia presentazione, il 26 Settembre 2019, nella “Sezione giovani” del 105° Congresso Nazionale della SIF, organizzata in collaborazione con l’Associazione Italiana Studenti di Fisica e dedicata all’editoria scientifica. Le pubblicazioni non solo sono strumento essenziale per la ricerca scientifica, ma costituiscono uno degli elementi principali sia per il progresso nella carriera di un ricercatore sia per ottenere il finanziamento di un progetto. Tuttavia molti studenti e giovani ricercatori trovano molto difficile esporre in forma scritta i loro risultati. Infatti, la stesura di un articolo scientifico, o di una tesi di laurea o dottorato, richiede sia un linguaggio specifico, sia di seguire alcune regole di stile, per rendere il prodotto chiaro, incisivo, preciso ed attraente. Queste regole sono piuttosto semplici, ma sono spesso ignorate dagli studenti e giovani ricercatori, anche perché non vengono insegnate nei corsi. Cercherò qui di esporre brevemente i principali elementi che consentono una corretta impostazione.

Abstract. This article is based on the talk I delivered on 26 September 2019, in the “Sezione giovani” of the 105° National Congress of the Italian Physical Society, organized jointly with the Italian Association of Physics Students. The session was dedicated to scientific publishing. Publications are indeed not only an essential instrument of the scientific research, but are also one of the principal elements for the career progress of a researcher and to obtain funding of scientific projects. However, many students and young researchers find difficulties in describing their own results in a written form. Indeed, writing a scientific article, or a thesis for the “laurea” or doctorate, requires both a specific language and to follow a few style rules. Both are needed to produce a precise, clear, incisive and attractive result. The rules are quite simple, but are often unknown to students and young researchers, who do not receive any specific training. Here I shall try to briefly discuss the principal elements.

(*) E-mail: bettini@pd.infn.it

1. Introduzione

Chi, come chi scrive, ha fatto già la sua carriera scientifica, ancora ricorda l'imbarazzo in cui ci si trova la prima volta che ci si accinge a mettere per iscritto i risultati di una ricerca fatta, a partire dalla tesi di laurea. Da che parte cominciare? Come ordinare gli elementi da esporre? Come comunicare al lettore, non necessariamente espertissimo dell'argomento, i risultati e la loro rilevanza? Come attrarre il suo interesse? Con un po' più di esperienza si impara che il modo in cui si scrive la bozza di un articolo, non solo i suoi contenuti, può determinare la sua accettazione o il suo respingimento da parte della rivista alla quale lo inviamo. I giovani ricercatori non hanno in generale ricevuto alcun insegnamento in proposito e si trovano in difficoltà.

Esporrò qui alcune regole guida per scrivere un articolo scientifico. Inizierò col mettere in luce che diversi tipi di comunicazione, ad esempio una lezione, un intervento alla televisione, un post su di un social e, appunto, un articolo scientifico, hanno ciascuno un diverso linguaggio. Accennerò poi al percorso dal manoscritto sino alla pubblicazione di un articolo scientifico, ai suoi costi per l'editore, agli indicatori bibliometrici, che sempre più rilevanza assumono, che piaccia o no, nell'editoria e nello sviluppo delle carriere. Entrando nella parte centrale, elencherò quali debbano essere le sezioni dell'articolo e per ciascuna ne descriverò i componenti principali. Dirò anche cosa fare *prima* di mettersi a scrivere e *dopo* aver finito di farlo. Queste linee guida non sostituiscono, ma ne sono un complemento, i consigli e le direttive da parte dei colleghi, co-autori o meno, più esperti.

Sull'argomento esistono sia a stampa sia in rete ottimi articoli, alcuni dei quali citerò.

2. Linguaggi

Elemento fondamentale del lavoro di ricerca è la comunicazione dei suoi risultati, ai colleghi ed al pubblico, che è quello che ne paga le spese. Il linguaggio di codesta comunicazione dipende sia dal tipo di persone cui essa si rivolge, sia dal mezzo usato per veicarla. Le lezioni universitarie sono orali e si rivolgono a studenti, orale è anche una relazione ad un congresso o un seminario, ma ci si rivolge a colleghi, più o meno specialisti del settore, e ancora a parole ci si rivolge per divulgazione al pubblico generico. In ciascun caso il linguaggio è diverso. In ciascun caso si può usare la proiezione di immagini dal computer, in ciascun caso il modo di presentarle è diverso. La comunicazione scritta può essere in un libro di testo per gli studenti, in un progetto di ricerca o in una relazione su quanto fatto da inviare ad un'Agenzia finanziatrice, in un articolo su di un quotidiano o, appunto, in uno su di una rivista scientifica. Di nuovo, ciascun caso ha un suo diverso linguaggio.

Quindi, per comunicare con successo dobbiamo, in ogni caso, prima di metterci al lavoro specifico, impararne il linguaggio e i metodi, studiando esempi e apprendendo dall'insegnamento degli esperti. Qui dirò degli articoli scientifici.

RADIOATTIVITÀ PRODOTTA DA BOMBARDAMENTO DI NEUTRONI (1)

Nota di ENRICO FERMI

Sunto. - *Vengono descritte esperienze eseguite per ricercare se si possano produrre radioattività artificiali per mezzo del bombardamento con neutroni. Segue un elenco di alcuni elementi per i quali si è potuto riscontrare l'effetto cercato, e alcune considerazioni teoriche sulle particolarità del fenomeno.*

Fig. 1. – Titolo e sunto dell'articolo di Fermi sui neutroni lenti.

Iniziare a comunicare sin da giovani permette a ciascuno di sviluppare la sua originalità come “scrittore scientifico”, elemento importante della professionalità di uno scienziato, e che è, anche, un piacere. Strumenti disponibili, anche agli inizi di carriera, sono i rapporti interni, i poster a congressi, le presentazioni brevi o flash a congressi e scuole. La SIF, in proposito, pubblica in un numero dedicato de *Il Nuovo Cimento* le “Migliori comunicazioni” al Congresso annuale. Queste hanno firma singola e sono scelte non solo in base ai contenuti ma anche alla forma e al modo in cui questi sono esposti.

3. Lingue

Conviene spendere qualche parola sulla lingua in cui i lettori scriveranno articoli, rapporti, tesi di laurea o dottorato, l'italiano e l'inglese, anzi gli inglesi, quello britannico e quello USA, che hanno differenze anche notevoli.

Cominciando con l'italiano, va ricordato che Galilei non fu solo sommo scienziato, ma anche uno dei massimi scrittori della letteratura italiana, leggetelo. In tempi più recenti, fino ai primi anni 1950, i fisici italiani pubblicavano prevalentemente su *Il Nuovo Cimento* in lingua italiana, ormai quella di oggi. Consiglio quindi fortemente di leggere alcuni di questi articoli, come esempi da seguire (l'accesso alla rivista è aperto a tutti i soci SIF). Magistrale è quello di E. Fermi *Radioattività prodotta da bombardamento di neutroni* [1] (fig. 1).

Alcune regole da seguire, non solo in un articolo scientifico, ma comunque quando si usa la lingua italiana, anche se sono spesso violate sui quotidiani, sono le seguenti, incluse alcune ovvie.

- Rispettare le regole della sintassi, della grammatica, dell'ortografia.
- Le frasi siano brevi; se sono troppo lunghe si rischia di far perdere il filo. La sostanza può non essere semplice da intendere, non serve complicare ulteriormente.
- Evitare termini del “gergo” di lavoro usato tra colleghi del gruppo o della branca di ricerca.
- Evitare luoghi comuni (spesso incontrati nei giornali). Ad esempio “ovvero” (che, ricordo, viene da “o vero”) è sinonimo di “oppure”, è disgiuntivo, non esplicativo,

Angular Distribution of Pions Scattered by Hydrogen*

H. L. ANDERSON, E. FERMI, R. MARTIN, AND D. E. NAGLE
Institute for Nuclear Studies, University of Chicago, Chicago, Illinois
 (Received March 6, 1953)

The angular distribution of pions scattered by liquid hydrogen has been studied using the collimated pion beams from the Chicago synchrocyclotron. Differential cross sections have been measured for the laboratory angles 45° , 90° , and 135° for positive pions of energies 78 Mev, 110 Mev, and 135 Mev, and for negative pions of 120 Mev and 144 Mev. For negative pions, separate results were obtained for the elastic scattering and for the charge exchange scattering. The scattering of positive pions and charge exchange scattering of negative pions show a larger intensity in the backward direction. The elastic scattering of negative pions is mostly forward.

The results have been interpreted in terms of phase shift analysis on the assumption that the scattering is mainly due to states of isotopic spins $\frac{3}{2}$ and $\frac{1}{2}$ and angular momenta s_1 , p_1 and p_1 .

The experimental results are represented quite accurately by the following phase shifts expressed in degrees for the angular momentum states in the order indicated above: at 120 Mev, phase shifts ∓ 15 , ± 4 , ± 30 for isotopic spin $\frac{3}{2}$ and ± 9 , ∓ 3 , ± 2 for isotopic spin $\frac{1}{2}$; at 135 Mev, ∓ 14 , ± 5 , ± 38 for isotopic spin $\frac{3}{2}$ and ± 10 , ∓ 5 , ± 2 for isotopic spin $\frac{1}{2}$.

Fig. 2. – Titolo e sunto dell'articolo di Fermi e collaboratori sulla "risonanza di Fermi".

non è sinonimo di "cioè". Una battuta in proposito di Beppe Severgnini è: "Usate il buon senso, ovvero siate più chiari, ovvero non usate ovvero".

- Evitare i calchi linguistici. Ad esempio "target" significa bersaglio, ma il calco "targhetta", in italiano significa invece piccola targa, come quella vicina al campanello delle porte. "Massive" significa "che ha massa", e si traduce in "massiccio" (anche se la massa è piccola, come per i neutrini), mentre "massivo" significa che interessa la massa, relativo alla massa. "Realizzare" significa rendere reale, attuare, non "accorgersi di" di "to realize".
- Evitare anglicismi. Ad esempio scrivere "report" al posto di "rapporto", quando le due parole hanno significato identico, è semplicemente stupido.
- Le sigle si possono usare (ad esempio SI per Sistema Internazionale), ma si devono definire la prima volta che compaiono.

Passando all'inglese, come già ricordato, nella letteratura scientifica se ne usano due, l'inglese britannico (UK) e quello USA. Tra le due lingue ci sono differenze sia nel modo di scrivere alcune parole sia nei loro significati. Esempi di diversa ortografia UK-USA sono "metre"- "meter", "programme"- "program", "centre"- "center", etc. Un esempio di diverso significato è "billion" che nel Regno Unito è un milione al quadrato, 10^{12} (o almeno lo è se non si copia oltreoceano), negli USA è un miliardo, 10^9 .

Le riviste in genere accettano sia l'una sia l'altra lingua, ma il testo deve mantenerla in maniera consistente.

Come per l'italiano, un metodo per imparare a scrivere un articolo scientifico in inglese è di leggerne alcuni che siano scritti bene, come, per citarlo di nuovo, uno degli ultimi articoli di Fermi, nel quale descrive la scoperta de primo stato eccitato del protone, la "risonanza di Fermi" Δ_{33} [2] (fig. 2).

È sempre opportuno, anzi essenziale, far rivedere da persona di madre lingua quanto si è scritto.

Ovviamente, vanno rispettate le regole della sintassi, della grammatica, dell'or-

tografia. I tempi verbali vanno scelti correttamente, e non sempre coincidono con quelli dell'italiano. Ad esempio, come diffusamente discusso da F. Ecarnot *et al.* [3], nel descrivere lo stato attuale di una ricerca si userà il *present* (neutrinos are known to be massive), nel riportare quanto già pubblicato, da altri o da noi stessi, si userà il *past (imperfect)* (ref. x and y summarised the status of neutrino oscillations), per discutere un processo iniziato in un tempo passato e non ancora concluso useremo il *present perfect* (several experiments have searched for neutrino-less double beta decay, but none has observed it yet), per formulare un'ipotesi, *past tense* per il primo verbo, *present tense* per il per il secondo verbo (we assumed that a background-free experiment is able to provide a better sensitivity), per dire di una scelta che facemmo nel programmare la ricerca useremo il *past tense* (we aimed at 10^{26} yr sensitivity).

Le frasi devono essere (ancora più dell'italiano) brevi. Se ve ne viene una di più di un paio di righe, ripensarci e spezzarla in due.

Più dell'italiano, anche di quello scientifico, l'inglese deve essere semplice e chiaro. Scrive ad esempio Mark Blumberg, neurologo e direttore di una rivista: "Don't say 'rodents' when you mean 'rats' —that kind of creativity is horrible. Science is complicated enough" [4].

4. Stile

In un articolo scientifico compaiono, ovviamente, valori di grandezze fisiche, seguiti dalle loro unità. Per le unità di misura è fortemente raccomandato, meglio sarebbe dire obbligatorio, il Sistema Internazionale di Unità (Système International d'unités = SI). Queste sono stabilite dal Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), che è l'organizzazione intergovernativa dedicata, sulla base della Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM), che si riunisce periodicamente. Il francese nei nomi di queste organizzazioni ci sta a ricordare che fu la rivoluzione francese a standardizzare le unità, facendo uscire l'umanità dal caos di unità diverse preesistente. Per una storia della "Convenzione del metro" vedi [5]. Purtroppo, dove non arrivò Napoleone, ancora si usano piedi e pollici. Ma non solo, anche entro alcuni settori della fisica, l'astrofisica ad esempio, si continuano ad usare unità non SI, in particolare il sistema gaussiano, con l'erg, il gauss, etc., complicando inutilmente la lettura.

Conviene menzionare che una radicale modifica del SI è stata recentemente approvata dalla CGPM, nel 2018. Le sette unità base sono ora tutte definite, candela a parte, in base a costanti fondamentali (velocità della luce c , numero di Avogadro N_A , costante di Planck h , costante di Boltzmann k , carica elettrica elementare e , la frequenza iperfina dell'atomo di Cs) invece che in base a campioni (dopo il metro, anche il chilogrammo campione è andato "in pensione") [6]. La fig. 3 mostra il logo del nuovo sistema, con grandezze fisiche e costanti fondamentali usate nelle definizioni.

Utilissima è la brochure disponibile in pdf al sito del BIPM <https://www.bipm.org/en/measurement-units/>.

Vi si trovano le definizioni delle unità base e unità derivate, i multipli e sottomultipli decimali delle unità (e loro simboli); kilo (k, si noti è minuscolo), mega (M), giga



Fig. 3. – Il logo del nuovo SI, con grandezze e costanti che le definiscono. <https://www.bipm.org/en/si-download-area/graphics-files.html#>

(G) ... e milli (m), micro (μ), nano (n) ..., le unità non-SI accettate, minuto (min), ora (h), giorno (d), grado ($^\circ$), primo ($'$), secondo ($''$), litro (l e anche L), elettronvolt (eV), etc.

Sono anche descritte le regole di stile da seguire per i simboli e nomi delle unità e per esprimere i valori delle grandezze. Alcuni esempi di errori che si incontrano spesso:

- i simboli delle un'unità si scrivono con carattere tondo, non corsivo, *e.g.* 3 A non 3 *A*;
- all'interno di una frase si scrive “un'intensità di tre ampere” (ampere minuscolo senza accento);
- le abbreviazioni devono essere quelle stabilite e non hanno il plurale, *e.g.* 30 s, no 30 sec né, ancor peggio, 30 secs;
- si devono evitare notazioni ambigue, *e.g.* $30 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ sr}^{-1}$ e $30 \text{ kg m}^2 / (\text{s}^3 \text{ sr})$ sono notazioni corrette (preferibile la prima perché più semplice), mentre $30 \text{ kg m}^2 / \text{s}^3 \text{ sr}$ è scorretta perché ambigua (sr è al numeratore o al denominatore?);
- Le grandezze scalari vanno in corsivo, ad esempio m per una massa, T una temperatura; quelle vettoriali vanno in neretto, \mathbf{v} per una velocità, quelle tensoriali con un carattere senza grazie (termine tipografico per quei piccoli fregi ortogonali ai tratti principali), come \mathbb{T} , e via dicendo.
- Apici e pedici vanno in corsivo, l'accelerazione dell' i -esimo punto è a_i , a meno che non siano descrittivi, come in a_{fin} per accelerazione finale (o, sopra N_A , dove A sta per Avogadro e quindi va in tondo).

Le regole di stile, SI, di cui ho dato esempi, sono semplici, ma vanno apprese prima di mettersi a scrivere e poi seguite.

5. Pubblicazione

Come ho già detto, pubblicare, cioè rendere pubblici i risultati della ricerca, è un elemento basilare della professione del ricercatore. Come le ricerche, gli articoli che ne parlano sono quasi sempre firmati da più autori, a volte da moltissimi. In

ogni caso però, ciascun autore ha la responsabilità intellettuale di quanto pubblica e firma (nel caso di brevetto, l'Ente Finanziatore ha alcuni diritti). All'atto della pubblicazione, i diritti d'autore sono trasferiti dagli autori all'editore (publisher in inglese) che pubblica la rivista. Bisogna sapere che in caso di ulteriore pubblicazione di parti, ad esempio figure o tabelle, altrove l'autore deve averne l'autorizzazione dell'editore (che in genere concede).

Va anche tenuto presente che la pubblicazione di un articolo ha un costo (tipicamente 1500–2000€), che può essere sostenuto, a seconda dello schema adottato, dall'editore che lo riverserà, aumentato del suo guadagno, sull'acquirente (Università, Ente di Ricerca, singolo) o dagli autori (o loro Enti). Azioni di pirateria, quali creazione di pdf da documenti di libero accesso read-only in rete e loro diffusione sono azioni contro la ricerca scientifica e la cultura in generale.

Le riviste scientifiche pubblicano solo una frazione (in generale meno del 50%) dei manoscritti ricevuti. Il primo filtro è di uno dei direttori scientifici (*editor* in inglese), che può respingere direttamente o mandare avanti. In questo caso chiede l'esame di un numero di revisori (*referee*). I loro nomi non sono fatti noti agli autori (processo *blind*), a volte, in aggiunta, i nomi degli autori non sono noti al revisore (processo *double blind*).

Il revisore, che è un esperto del settore, verifica:

- che l'articolo rientri nel quadro definito dalla politica editoriale;
- la qualità della ricerca;
- l'originalità dei risultati;
- la completezza e rigore dei riferimenti bibliografici;
- l'assenza di parti plagiate. Il plagio è un “peccato capitale”, in quanto lede l'onore del colpevole. Esiste anche l'auto-plagio, quando si ripete quanto già pubblicato senza citare l'originale; questo non lede l'onore, ma comunque non è una procedura corretta;
- la proprietà della lingua;
- i contenuti e la qualità delle figure.

Dice in proposito Steven Wojtal: “Think of the most adversarial reader you can imagine, and write to substantiate the veracity of your arguments and to anticipate criticisms and answer them” [4].

Sia le Agenzie pubbliche, Enti di Ricerca, Università, European Research Council, etc., sia gli organismi governativi che ne valutano l'opera, sia le Commissioni che valutano i singoli ricercatori per i loro avanzamenti di carriera utilizzano indicatori oggettivi, accanto ai giudizi soggettivi dei membri dei collegi giudicanti. Quello degli indicatori è un problema complesso al quale posso qui solo accennare con un paio di esempi.

L'indicatore principale per “misurare” il valore di una rivista è il “fattore di impatto” o *impact factor* (IF), di proprietà di Thomson Reuter, compagnia canadese che anche classifica le riviste scientifiche che abbiano un adeguato sistema di filtro e revisione. L'IF della rivista R dell'anno x (reso noto nell'estate dell'anno $x+1$ quando tutti i dati sono disponibili), è il numero di citazioni su riviste classificate Thomson

degli articoli pubblicati da R negli anni $x - 1$ e $x - 2$, diviso per il numero di questi articoli.

Per il singolo ricercatore esistono parecchi indici, tra i quali quello forse più usato è l'indice (di Hirsch) H . Un ricercatore ha un indice H (che è un numero intero) quando un numero H (almeno) sue pubblicazioni hanno avuto almeno H citazioni (su riviste qualificate) ciascuna.

Questi indici, come si comprende, hanno certo un loro valore, ma hanno anche evidenti limiti, che non sono tenuti in sufficiente conto dalle attuali disposizioni ministeriali.

6. Prima di cominciare

Un accurato lavoro preparatorio da fare prima “di prendere la pena in mano” è essenziale per poter poi procedere nella stesura del testo con speditezza, chiarezza. Un insufficiente impegno preventivo si traduce *sempre* in perdite di tempo successive e in una stesura difettosa.

Lavoro preparatorio dopo che si sono raccolti i dati e risultati, sperimentali o teorici, che si intende descrivere e se ne è decisa la correttezza e completezza, consiste nelle principali azioni seguenti.

- Definire con precisione l'obiettivo del progetto, pensando in profondità e discutendone con i coautori, e con altri colleghi. Metterlo per scritto, rileggere.
- Utilizzare un approccio “top down”: definire la struttura dei capitoli, con gli elementi da trattare in ciascuno, descrivendoli in poche parole, prima di cominciare a scriverli in dettaglio.
- Avere in mente le caratteristiche della rivista (specifica di un settore di ricerca, ad ampio spettro, dedicata alle ricerche originali o ad applicazioni tecniche, strumentale, ...).
- Leggere accuratamente sul sito web della rivista tutte le istruzioni per gli autori.
- Investire tempo nello studio accurato della letteratura (c'è sempre qualcuno che ha fatto cose simili prima), prendendo nota dei riferimenti e segnando frasi che potrebbero poi meritare di essere citate nel vostro manoscritto.
- Definire e preparare le figure. Ricordate che una figura vale più di mille parole, ma dovrete scegliere tra le troppe che avete.
- Definire quali tabelle includerete e prepararle.

Dovrete considerare anche le regole della composizione tipografica. Ciascuno degli elementi del manoscritto, il titolo generale e quelli dei capitoli e paragrafi (inclusi i flag per far loro entrare automaticamente nell'indice dei capitoli), i capoversi del testo principale, il riassunto, le didascalie delle figure e delle tabelle, le note a piè pagina, il tipo di carattere principale (*e.g.* Times, Helvetica, etc.) e le sue dimensioni (tipograficamente definite come numero di “punti”), eccetera, deve essere definito PRIMA di cominciare a scrivere. In generale la rivista fornisce agli autori i modelli con lo standard desiderato o per LaTeX, il programma di “markup” per la preparazione

di testi scientifici con la loro formule matematiche, o per programmi di videoscrittura (word processing) come Word della Microsoft o Pages della Apple.

7. Le sezioni

Un consiglio di vecchia data suona: “digli che gli dirai, diglielo, digli quello che gli hai detto”.

Elencherò ora le parti che in generale debbono essere presenti (le eccezioni ci possono sempre essere): titolo, nomi degli autori e delle loro istituzioni (alcune riviste chiedono di indicare l'autore corrispondente), riassunto, introduzione, metodi, risultati, discussione, ringraziamenti, bibliografia. Alcune riviste richiedono una dichiarazione di assenza di conflitti di interesse (specificando cosa si intenda), altre una dichiarazione sui contributi di ciascun autore. Passo alle regole guida per ciascun elemento.

Titolo

Il titolo è importantissimo perché è quello che certamente è letto. Deve essere breve, informare immediatamente del contenuto, calamitare il lettore. In linea di principio il titolo è responsabilità dell'editore, ma raramente questi lo modifica senza discuterne con gli autori. Trovare un titolo non è scienza innata; guardate alle riviste del vostro settore, leggete i titoli degli articoli: quali vi attraggono di più? Quali danno l'informazione più precisa? Copiatene lo stile.

Avrete notato che ho scelto per i capitoli di questo articolo titoli di una sola parola. Non sempre lo si può fare, ma, rispondeva il Maestro F. Fellini allo storico dell'arte A. Chastel: “I titoli di una sola parola sono sempre i migliori, come nel passato ho trovato molto belli “La strada”, “I vitelloni”, “8 1/2”, “Canova”, ecc. [7]

Esempi di titoli troppo lunghi sono invece:

“Iron-based superconductors with particular emphasis on the very special role of nuclear magnetic and quadrupole resonance in their investigation”. Meglio scrivere: “Iron-based superconductors, magnetic and quadrupole resonances.”

Angel Borja, ricercatore marino e direttore di riviste scientifiche, cita [8]: “Preliminary observations on the effect of salinity on benthic community distribution within a estuarine system, in the North Sea”. Meglio scrivere: “Effect of salinity on benthic distribution within the Scheldt estuary”.

Ma il titolo non deve neppure essere troppo vago; ancora in una citazione di A. Borja: “Action of antibiotics on bacteria”. Meglio scrivere: “Inhibition of growth of *Mycobacterium tuberculosis* by streptomycin.”

Riassunto

Il riassunto può essere cruciale per l'accettazione o meno dell'articolo. Si pensi in proposito che i direttori (editors) non hanno molto tempo e potrebbero respingere solo sulla base del riassunto, se questo è scritto male. K. Powell [4] ad esempio, cita

l'avvertimento di Eileen White, direttrice di un importante rivista: "Editors read the abstract and start formulating a thumbs-up or thumbs-down, looking for reasons to rip it apart".

Il riassunto va quindi attentamente concepito e costruito come un piccolo componimento indipendente. Conviene spesso scriverlo dopo aver steso l'articolo. Deve essere breve (100–200 parole), ma veicolare efficacemente l'informazione ed essere attraente. Il lettore deve avere un assaggio delle principali informazioni che troverà e venirgli voglia di andare a leggerle. Non basta prepararlo con cura, ma bisogna poi rivederlo ripetutamente, lavorando di lima.

Introduzione

L'introduzione deve avere dimensioni contenute, tipicamente 1.5-2 pagine, deve convincere i lettori che l'autore sa quello di cui parla e che ha qualcosa di nuovo da insegnar loro. Focalizzate sul soggetto, non divagate.

L'incipit, le prime righe, devono catturare l'interesse e la curiosità del lettore "costringendo" a non abbandonare la lettura.

Spiegate le ragioni per cui avete iniziato lo studio, i risultati raggiunti e come questi contribuiscano al progresso del settore.

Fate un quadro dello stato dell'arte, con gli appropriati riferimenti bibliografici, e dei problemi che risultano aperti; in particolare eventuali punti controversi. Il quadro non deve essere un trattato, ma limitarsi agli aspetti rilevanti. Tenete ben in mente lo spettro dei lettori della rivista. Se è di nicchia serve meno che se è ad ampio spettro.

Indicate quali problemi avete affrontato e la strategia ideata per chiarirli. Esponetene brevemente gli obiettivi primari e secondari, le vostre ipotesi di lavoro, le quantità che si vogliono misurare, la strumentazione che si userà.

Esponete in poche righe i contenuti di ciascuna delle sezioni a seguire.

Metodi

Le dimensioni sono ora più ampie, a seconda dei limiti posti dalla rivista, tipicamente di diverse pagine, con figure e tabelle. Si devono infatti qui spiegare tutti i metodi usati per ottenere i risultati che saranno presentati, con dettaglio sufficiente per permettere al lettore, con competenza e risorse, di riprodurli. Il revisore potrebbe respingere in caso di omissione di elementi importanti.

Si deve includere adeguata informazione sulle procedure di analisi dei dati, sulla riduzione dai dati rozzi (*raw data*) al campione finale, sulle sorgenti di fondo e sui tagli applicati per sopprimerne gli effetti, sui processi usati per le calibrazioni, sulle modalità di analisi statistica (frequentista o bayesiana, blind o meno, . . .), eccetera.

Alcune riviste hanno una sezione separata "Methods", nella quale si scende nei dettagli, includendo altre figure, diagrammi, tabelle, anche link a movies, in aggiunta a quanto nel corpo principale dell'articolo. La sezione separata è per specialisti, quella nel corpo principale per piattaforma più ampia.

Risultati

Come il precedente è questo ovviamente un capitolo centrale; esso descrivere infatti i risultati ottenuti con gli opportuni diagrammi e figure. Lo si deve fare con precisione, chiarezza e completezza (più facile a dirlo che a farlo), senza ripetere quanto detto nella sezione “Metodi”.

Evitate espressioni quali “magnifico risultato”, “sorprendente valore”, “molto significativo”, siate obiettivi e quantitativi.

Non serve elencare ogni singolo dato misurato o ottenuto, ma selezionare quelli rilevanti.

I risultati più importanti si possono, oltre che nel testo, presentare in tabelle in modo da mostrarli con immediatezza al lettore.

Le figure sono importanti, vanno scelte con cura e non devono essere troppe; qualche rivista ne consente solo un certo numero.

Le didascalie, sia delle figure sia delle tabelle, devono spiegare il contenuto con precisione, in maniera autosufficiente senza dover leggere il testo principale. Se ne deve quindi ripetere in sintesi quanto serve allo scopo.

Figure

Tecnicamente, si deve tenere a mente che una stessa figura appare diversamente sullo schermo del computer e su foglio di carta su cui verrà stampata, perché è codificata diversamente nei due casi. Infatti, sullo schermo è ottenuta mescolando luci (di LED) diverse (RGB = Red, Green, Blue), nella stampa mescolando inchiostri diversi (CYMK = Cyan, Yellow, Magenta, Key, per dire nero). Alcune riviste pubblicano solo in bianco e nero. In questo caso, se la vostra figura è a colori verificate sempre come appare in B/N dopo averla stampata come tale; se è confusa, cambiate di conseguenza qualche colore dell'originale. Se la pubblicazione è a colori, controllate gli abbinamenti, ad esempio tra i colori dei caratteri delle parole e del campo su cui appaiono; certi abbinamenti di colori non risultano di contrasto sufficiente. I controlli vanno fatti sui fogli stampati, come già detto.

Le immagini devono avere risoluzione sufficientemente alta. La risoluzione è legata alla granularità dell'immagine, che è diversa sullo schermo del computer e sulla pagina stampata. Nel primo caso il documento è elettronico, codificato in uno dei formati grafici esistenti (JPEG, TIFF, BMP, ...). La granularità è misurata dal numero di pixel (= picture element) che contiene. A parità di dimensioni geometriche dell'immagine, la risoluzione cresce col numero di pixel, e con questo il numero di Mb del documento. Nella stampa, la risoluzione è legata al numero di dot per inch (dpi), cioè puntini per pollice. Per avere un'idea, quando stampate con la stampante del vostro computer avete risoluzione tipicamente di 200 dpi, mentre una rivista o un libro vogliono spesso > 700 dpi. Va quindi controllato se la risoluzione del documento elettronico è adeguata.

Tecnica a parte, le figure devono essere ragionevolmente semplici, non essere cioè assemblaggi di parecchie immagini, quali foto di parti di apparato, grafici, formule

nella stessa figura. Tali assemblaggi si fanno spesso in una presentazione powerpoint o keynote o in un poster, o anche in un articolo divulgativo, ma vanno evitati in un articolo scientifico a stampa. In questo caso, dedicare a ciascun elemento una figura, col suo numero, separata. Si devono anche evitare o ridurre al minimo le scritte dentro la figura, le spiegazioni vanno nella didascalia. Le formule vanno nel testo, non nelle figure. Le foto devono contenere un marcatore della scala quando necessario.

Controllare che le scritte sugli assi (unità e numeri) siano ben leggibili e non troppo piccole.

La non osservanza di queste regole di stile può condurre al rigetto dell'articolo.

Immagini prese da altre pubblicazioni a stampa o in rete sono generalmente coperte da diritti d'autore e si possono usare solo dopo aver ottenuto l'autorizzazione (a volte a pagamento) da chi li detiene, citando come richiesto i crediti. Ottenere l'autorizzazione è responsabilità dell'autore, non dell'editore.

Discussione (e Conclusioni)

Le due potrebbero essere sezioni separate o una sola.

È questa una sezione importante, dove dovete “vendere” il risultato del vostro lavoro. Sembra facile, ma è difficile farlo giusto. Molto spesso l'articolo viene respinto per la debolezza della Discussione.

Qui proponete l'interpretazione dei risultati e descrivete come essi si inquadrano nelle conoscenze esistenti. Non dovete fare un “trattato”, ma essere selettivi e non scrivere più di 4-5 pagine; focalizzate sui fatti. Iniziate ricapitolando i risultati e i metodi con cui si sono ottenuti, mettete i risultati in prospettiva con quelli noti. I vostri sono coerenti o in contraddizione con altri? Date le spiegazioni ove necessarie o opportune. Mettere in evidenza i vostri punti di forza, piuttosto che le debolezze di altri; accennate a queste usando diplomazia (evitare di irritare il revisore). Fate particolarmente attenzione all'inglese qui, potrebbe suonare diverso da quanto intendete.

Sottolineate come i vostri risultati portano contributi innovativi alla conoscenza nel settore, se aprono prospettive di ulteriori sviluppi, evidenziare le caratteristiche “uniche” dell'articolo.

Può essere utile un breve capoverso che evidenzi i punti di forza e le limitazioni del lavoro.

Mantenete atteggiamento un po' umile, nulla è definitivo.

NON ripetere il Riassunto.

Ringraziamenti/Acknowledgments

Si devono qui riconoscere e ringraziare tutti coloro, Enti o persone, che hanno reso possibile la ricerca, quali Agenzie finanziatrici, contratti di ricerca, Laboratorio dove si è svolto l'esperimento, colleghi che abbiano contribuito con discussioni, tecnici di laboratori, ecc.

Bibliografia

Qui vanno elencate tutte le fonti usate in tutte le fasi del lavoro, dopo averle chiamate nel testo principale: definizione dello scopo, preparazione del progetto, strumentazione usata, esecuzione, analisi dei dati. Se, ad esempio, si parla del valore dell'emivita di un certo nuclide vanno citate tutte le misure pubblicate (tranne eventualmente quelle più vecchie e più imprecise). Per quelle più vecchie si può mettere un 'and references therein' ad una che le citi.

La completezza e correttezza della bibliografia è responsabilità professionale ed etica dell'autore.

Se l'esperimento o lo sviluppo teorico discusso usa o implementa un'idea introdotta nel passato, la fonte va citata, anche se l'autore non l'abbia sviluppata completamente.

Risultati presentati a conferenze o in seminari o caricati su arXiv sono preliminari, e non hanno ancora passato il filtro di revisione, quindi possono essere considerati come pubblicati solo dopo che sono apparsi su rivista con revisori. Conviene diffidare da risultati che compaiono solo in rete da parecchio tempo. Diffidare soprattutto dei "Predatory journals" che stanno proliferando. Se ne trova una lista a <https://beallslist.weebly.com>.

La formattazione dei riferimenti bibliografici varia con la rivista, come spiegato nelle relative "Istruzioni per gli autori".

8. Finito?

Quando la stesura dell'articolo è completa, con tutti gli elementi descritti sopra, si può ben tirare un sospiro di sollievo, ma il lavoro non è affatto finito. È necessario infatti rileggere la bozza. Si troveranno errori, inesattezze, ripetizioni e così via. E non basta una volta sola. Conviene anche lasciare il lavoro per qualche tempo e ritornarci, ad esempio, il giorno dopo. Si procede per approssimazioni successive prima sgrossando, poi lavorando di lima. Sforzo particolare è necessario per eliminare parti di quanto scritto; togliere il non necessario rende quanto rimane più chiaro ed incisivo. Conviene far leggere e commentare ad altri, sia per i contenuti sia per la lingua (soprattutto se non è quella madre). Nel caso (frequente) di più autori, tutti questi devono avere la possibilità di leggere e di mandare commenti, entro una scadenza fissata (*e.g.* 10 giorni).

Se l'articolo è complesso, o lungo, possono essere necessarie una decina o più di iterazioni, anche se a firma singola. (Conservare tutte le stesure e numerarle: mioarticolo-v1, mioarticolo-v2, mioarticolo-v3, eventualmente anche v1.1, v1.2, v1.3 per variazioni piccole).

Per un buon prodotto quindi serve tempo, soprattutto le prime volte; se c'è una scadenza, come per una tesi di laurea o dottorato, bisogna programmare di finire la prima stesura in congruo anticipo, non solo di pochi giorni.

9. Conclusioni

Scrivere un articolo scientifico, ma anche un rapporto interno o una tesi, può apparire difficile la prima volta, ma, se si conoscono alcune linee guida e lo si imposta correttamente prima di iniziarlo, il lavoro diviene perfettamente affrontabile. Con gli strumenti adeguati in mano, la produzione di uno scritto scientifico diviene un piacere per l'autore. È il modo per comunicare agli altri quanto si è riusciti a fare ed è gratificante parlarne in modo adeguato, e col proprio stile. Vale la pena investire il tempo e la cura necessari.

Ho qui cercato di raccogliere elementi, suggerimenti e linee guida con in mente giovani fisici italiani, riprendendone in parte dalla letteratura esistente [3, 6, 7].

Bibliografia

- [1] FERMI E., *Nuovo Cimento*, **11** (1934) 429.
- [2] ANDERSON H. L. *et al.*, *Phys. Rev.*, **91** (1953) 155.
- [3] ECARNOT F. *et al.*, *Writing a scientific article: A step-by-step guide for beginners* (Science direct) 2015 <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1878764915001606?>.
- [4] POWELL K., “Publish like a pro”, *Nature*, **467** (2010) 873.
- [5] QUINN T., “The metre convention of 1875”, *Riv. Nuovo Cimento*, **46** (2019) 261.
- [6] BICH W., “The third millennium International System of Units”, *Riv. Nuovo Cimento*, **46** (2019) 49.
- [7] AA. VV., *André Chastel et l'Italie* (Campisano Editore, Roma) 2019.
- [8] BORJA A., *11 steps to structuring a science paper editors will take seriously* (Elsevier connect) <https://www.elsevier.com/connect/11-steps-to-structuring-a-science-paper-editors-will-take-seriously>.