

Piccola guida alla stesura di una relazione scientifica

Giovanni Righini
Polo Didattico e di Ricerca di Crema
Università degli Studi di Milano
righini@crema.unimi.it

Marzo 1999

Questa guida è dedicata a tutti gli studenti che sono in difficoltà quando devono mettere per iscritto una relazione sul loro lavoro: una relazione, e ancor più una tesina o una tesi, non deve essere una penitenza né per chi la scrive né per chi la leggerà. Per evitare di dover correggere sempre gli stessi errori, mi sono deciso a mettere a mia volta per iscritto alcune regole e consigli per la stesura e per la revisione dei testi. Esistono molti pregevoli lavori in commercio, pensati per lo stesso scopo e molto più esaurienti di questa piccola guida, che ne è come un «bigino» e che non ha alcuna pretesa di essere un completo manuale di stile, né di grammatica. D'altronde, poiché chi fa fatica a scrivere solitamente fa fatica anche a leggere, mi è sembrato necessario rendere disponibile una guida piccola e sintetica.

Ho organizzato l'esposizione in tre parti: la struttura della relazione, i consigli per la composizione e gli errori comuni.

1. La struttura della relazione

Generalmente una relazione scientifica è composta da un sommario (*abstract*), da alcuni capitoli (*chapters* nei libri, *sections* negli altri casi), da una bibliografia ed eventualmente da appendici. A loro volta i capitoli riguardano solitamente il problema, il modello, la tecnica risolutiva (per esempio l'algoritmo nel caso della Ricerca Operativa), gli esperimenti (se il lavoro è di natura sperimentale); sono inoltre preceduti da un'introduzione e seguiti dalle conclusioni e da eventuali ringraziamenti. Verso ciascuna delle parti il lettore ha delle aspettative, che devi conoscere e tenere presenti mentre scrivi.

Il titolo

Il titolo è la pietra di paragone della relazione: il contenuto verrà giudicato in funzione del titolo. Perciò nel titolo devi dire immediatamente al lettore che tipo di lavoro stai presentando: una rassegna, l'illustrazione di un modello, la dimostrazione di un nuovo teorema, una nuova dimostrazione di un teorema già noto, le proprietà di un algoritmo, i risultati di esperimenti compiuti, la soluzione di un problema reale in un'azienda, eccetera. Poiché il tuo lavoro verrà giudicato rispetto al titolo, dare al tuo lavoro il titolo giusto è indispensabile, se vuoi che esso sia valutato nel modo giusto.

Per esempio da una relazione intitolata «Neural networks for optimization: the state of the art» il lettore non si attende la descrizione di risultati innovativi, ma pretende la completezza, una forma espositiva discorsiva e con poche formule, una bibliografia assai nutrita e aggiornata. Al contrario da una relazione intitolata «A new neural algorithm for the Job Shop Scheduling Problem» il lettore non si aspetta una panoramica vasta e discorsiva, ma piuttosto una dettagliata descrizione, con tanto di formalismo matematico, di un algoritmo originale, la dimostrazione delle sue proprietà, il confronto con altri algoritmi su esemplari del JSSP, una bibliografia specifica sul JSSP e sugli algoritmi neurali. Infine, se il titolo è «The optimization of the production scheduling of floppy disks by neural networks. a case study», il lettore non cerca alcun contributo originale allo stato delle conoscenze, nè una rassegna, ma sicuramente vuole trovare la descrizione dettagliata del sistema di produzione studiato, la discussione sulla validità del modello, i risultati sperimentali ottenuti su esemplari reali del problema in azienda, la valutazione delle conseguenze del lavoro sulla produttività di quell'azienda.

Il titolo deve essere sintetico. Evita titoli del tipo «Studio, realizzazione e testing sperimentale di tecniche di Soft Computing per la valutazione dell'impatto sul traffico di un sistema ottimizzato di gestione di una flotta di veicoli per applicazioni di tipo Dial-a-Ride nel contesto di aree fortemente urbanizzate». Prima di scegliere il titolo chiediti quali sono le «parole chiave» (*keywords*) che useresti per classificare il lavoro. Non sceglierne più di tre: una per il problema o il settore di applicazione, una per il metodo adottato, una per il tipo di lavoro. Componi quindi il titolo usando solo quelle parole chiave (più i necessari articoli e preposizioni ovviamente). Ad esempio il titolo citato sopra può convenientemente diventare: «Studio di fattibilità di un sistema di trasporto a chiamata in ambito urbano». Privilegia sempre l'indicazione del problema rispetto a quella del metodo. Solo se il metodo è originale vale la pena di scegliere una parola chiave apposita e di inserirla nel titolo; altrimenti si può tranquillamente omettere, come nell'ultimo esempio.

Un altro esempio: "Realizzazione di componenti per l' implementazione di algoritmi neuro-fuzzy internamente ad un ambiente di simulazione distribuito in Java" equivale ad "Algoritmi neuro-fuzzy per la simulazione distribuita".

Per facilitare la classificazione ed il reperimento del lavoro (anche automaticamente, con motori di ricerca), è utile specificarne esplicitamente le parole chiave. Solitamente l'elenco delle parole chiave è posto tra il sommario e l'introduzione.

Il sommario

Lo scopo del sommario è quello di consentire al lettore di farsi un'idea dei contenuti del lavoro per decidere se leggerlo o no. La decisione è importante perché molto spesso implica dei costi (in denaro o in tempo): nelle basi di dati in rete i sommari sono consultabili gratuitamente, i testi no; leggere il sommario di un articolo in biblioteca non costa nulla; fotocopiare l'articolo, per leggerlo in seguito, costa.

Il sommario dovrebbe essere un'esposizione in forma discorsiva delle parole chiave scelte per formare il titolo. Perciò può essere strutturato seguendo la stessa traccia usata per il titolo: una frase per inquadrare il problema o l'ambito applicativo che ha motivato il lavoro, una frase per identificare quali tecniche, metodi o algoritmi hai adottato, una frase per illustrare quali risultati hai conseguito, evidenziando i contributi originali, se ce ne sono.

Il sommario deve quindi rispondere a tre domande: «Perché è stato fatto questo lavoro?», «Come è stato fatto?», «Che obiettivi ha conseguito?», le quali a loro volta sono riassumibili nell'unica domanda: «Perché questo lavoro si intitola così?».

L'introduzione

L'introduzione è diretta a quel lettore che, avendo già letto il sommario, ha capito che il lavoro gli interessa. Scopo principale dell'introduzione è quello di inquadrare il lavoro nel suo contesto. Poiché il sommario deve riassumere il contenuto dell'introduzione (appunto perciò si chiama «sommario»), l'introduzione non può che essere un'ulteriore espansione del contenuto del sommario. Ad esempio, se nel sommario hai parlato di «impiego di reti neurali per simulare il traffico su una rete di trasporto», nell'introduzione dovrai spiegare perché la simulazione del traffico è importante, come si costruiscono i modelli delle reti di trasporto, quali risultati sono già noti sulla simulazione del traffico e quali obiettivi non sono ancora stati raggiunti.

E' importante che l'introduzione ponga in evidenza il rapporto che esiste tra il lavoro e i lavori precedenti sullo stesso argomento. Per questo motivo l'introduzione è spesso il capitolo più ricco di citazioni bibliografiche. Dopo aver letto l'introduzione il lettore deve essersi fatto un'idea chiara del contributo originale del lavoro, della sua utilità e del suo valore.

Scopo dell'introduzione è anche di avvisare il lettore che per comprendere quanto leggerà, egli deve possedere delle conoscenze di base. Non rispiegare daccapo ogni volta cos'è un algoritmo, cos'è un calcolatore parallelo, cos'è il «Branch & Cut», cos'è un algoritmo genetico... Devi richiedere al lettore certe conoscenze, ne hai diritto; hai però il dovere di spiegargli chiaramente quali sono, e di dargli i mezzi (le citazioni bibliografiche) per mettersi al passo se non lo è.

E' una buona abitudine illustrare brevemente in fondo all'introduzione l'organizzazione dei capitoli successivi. Però se la struttura del lavoro è molto articolata in capitoli e sottocapitoli, è preferibile usare un indice.

Il modello

Le scienze matematiche, tra cui l'Informatica e la Ricerca Operativa, non studiano fenomeni reali, come fanno la Fisica e la Biologia, ma modelli che li rappresentano. Perciò è importante distinguere chiaramente tra i due livelli di conoscenza, quello riferito alla realtà e quello riferito al modello. Il passaggio da un fenomeno ad un suo modello (e viceversa) è estremamente critico e deve essere giustificato con cura. Tieni presente che il modello non è mai né unico né perfetto: è sempre possibile rappresentare lo stesso sistema reale con un modello diverso da quello che hai scelto tu.

La definizione di un modello non è mai automatica ma è fatta da scelte e le scelte vanno giustificate. Devi mettere in evidenza i limiti del modello che usi, spiegando che cosa *non* viene rappresentato e spiegando anche perché ciò sia ugualmente accettabile. Questo è particolarmente importante nei lavori di simulazione e nei lavori di natura applicativa riferiti a casi reali. Nei lavori di carattere più teorico, che si riferiscono a modelli standard (ad esempio il modello matematico del TSP), la giustificazione del modello non serve, ma devi sostituirla con gli opportuni richiami

bibliografici. Se il lettore non è convinto della ragionevolezza del modello, tutto il resto del tuo lavoro perde completamente di significato ai suoi occhi.

Se la definizione del modello è opera tua, devi anche spiegare come hai validato il modello stesso, cioè in che modo hai ottenuto la ragionevole certezza che il modello che usi rappresenta davvero il sistema reale che stai studiando.

L'algoritmo

Se il lavoro prevede la spiegazione di un algoritmo, distingui bene l'algoritmo dal programma. Un conto è descrivere un algoritmo e un altro conto è scrivere la documentazione o il manuale d'uso di un programma.

La descrizione di un algoritmo non richiede alcun linguaggio di programmazione, ma si può fare con un pseudo-linguaggio (ad esempio uno pseudo-Pascal), che metta in evidenza i costrutti fondamentali: la sequenza, la selezione, l'iterazione. Anche i diagrammi di flusso sono un mezzo illustrativo efficace. Evita accuratamente di citare i nomi delle variabili o delle funzioni che fanno parte del tuo programma: hanno significato solo per te.

Se l'algoritmo, come spesso accade, è complesso, dividi la sua descrizione in parti. Ad esempio la descrizione di un algoritmo di branch-and-bound può essere divisa in almeno quattro diverse parti: la strategia di partizione, la politica di esplorazione dell'albero di ricerca, il calcolo del limite superiore e il calcolo del limite inferiore. Puoi applicare la stessa idea anche in senso gerarchico, definendo sottoprogrammi che possano essere descritti separatamente, proprio come si fa nel progetto del software.

Le proposizioni

Se esistono nel tuo lavoro proprietà formali dimostrate, devi porle in evidenza. Non tutte le affermazioni dimostrate sono «teoremi». Solo le più importanti, generali e ricche di conseguenze vengono definite così. Il «lemma» è un'affermazione che serve come passaggio intermedio per dimostrare un teorema. Il «corollario» invece è una conseguenza diretta di un teorema, per lo più un'applicazione del teorema ad un caso particolare. Un'affermazione che non richiede una particolare dimostrazione può essere denominata «osservazione» e se viene posta in evidenza si suppone che verrà usata o richiamata nel seguito. Un'affermazione di cui non si conosce la dimostrazione è una «congettura».

E' bene evidenziare nel testo il principio e la fine delle dimostrazioni, che devono sempre seguire immediatamente l'enunciato delle proposizioni: ad esempio si può marcare l'inizio con la parola «Dimostrazione (*Proof*)» e la fine con la classica sigla «cvd» (=«come volevasi dimostrare») o, alla latina, «qed» (=«quod erat demonstrandum») o ancora con un simbolo convenzionale (spesso si usa un quadratino). Questo accorgimento serve al lettore che vuole solo conoscere gli enunciati per saltarne la dimostrazione.

I risultati sperimentali

La descrizione degli esperimenti riguarda almeno tre cose fondamentali: i mezzi usati, i dati di ingresso e i risultati in uscita.

A proposito dei mezzi che hai usato, se hai fatto esperimenti nei quali sono significativi i tempi di calcolo, non dimenticarti di riportare il tipo di macchina, la frequenza della CPU e la quantità di memoria di lavoro a disposizione.

A proposito dei dati di ingresso, ricordati che i tuoi esperimenti devono essere riproducibili: un esperimento non riproducibile non è un esperimento scientifico! Perciò devi dare al lettore tutte le informazioni necessarie perché egli possa ripetere i tuoi esperimenti e verificarli di persona. Indica i valori assegnati ad ogni parametro (le costanti nei programmi). Descrivi come hai generato i files di ingresso, se li hai generati tu. Non basta dire «generati a caso»: bisogna specificare anche con quale distribuzione di probabilità (uniforme, normale,...) ed entro quali valori massimi e minimi. Se hai usato dei *benchmarks* forniti da altri, specifica da chi e come fare per ottenerli.

A proposito dei risultati in uscita, anzitutto non chiamarli «dati». Appunto perché sono in uscita, non sono affatto «dati». «Dato» non è sinonimo di «costante», di «numero» o di «valore». «Dato» è tutto e solo ciò che non è stato costruito o calcolato ma esiste già, è conosciuto in partenza, è «in ingresso» per definizione.

Come organizzare in modo leggibile e sintetico la presentazione dei risultati dipende fortemente dal tipo di esperimento e quindi non esistono regole valide in generale. Alcune indicazioni di massima però valgono sempre: organizza i valori in tabelle in modo da far risaltare i confronti significativi, ad esempio tra tempi di calcolo di algoritmi diversi o tra valori di soluzioni diverse dello stesso esemplare di problema. Se nell'intestazione delle tabelle usi delle abbreviazioni o dei simboli, devi spiegarli per esteso nel testo: «nella colonna z_{UB} sono riportati i valori dell'*upper bound* calcolato con...; nella colonna t sono riportati i tempi di calcolo espressi in secondi, escludendo il tempo di *I/O*...».

I commenti ai risultati sono utili ma non devono essere banali, né arbitrari. Un commento è banale quando non dà alcuna informazione significativa che non possa essere ricavata a prima vista dalle tabelle dei valori o semplicemente dal buon senso: «All'aumentare della capacità dei veicoli diminuisce il tempo medio di servizio dei passeggeri». Un commento è arbitrario quando usa i risultati sperimentali per trarre conclusioni non dimostrate. Di solito i commenti di questo tipo contengono espressioni fumose e mal definite: «Con l'impiego di cinque veicoli si ottiene un livello di servizio decisamente buono» («buono» secondo quale criterio?), «Questi risultati, paragonati con quelli di Tizio, sono da ritenersi soddisfacenti» (chi l'ha detto?), «I valori sono molto simili» (o sono uguali o sono diversi), «Scartando i valori meno significativi,...» (meno significativi in base a cosa?).

Perché il lettore possa apprezzare il significato dei risultati devi fornirgli il giusto termine di paragone. Ad esempio, se il lavoro propone un nuovo algoritmo di approssimazione è necessario confrontare i risultati del nuovo algoritmo con quelli ottenuti dal miglior algoritmo noto sugli stessi esemplari di problema.

L'interpretazione dei risultati è un'operazione tanto delicata quanto lo è quella di definizione del modello. In effetti sono le due facce di una stessa medaglia: quanto accurato è il modello, tanto significativi sono i risultati. Soprattutto se il lavoro è di natura applicativa (un *case study*) devi mettere in stretta relazione le due parti. E' una buona idea scriverle insieme, oppure riscrivere l'una tenendo presente l'altra, alternatamente.

Le conclusioni

A volte le conclusioni sono già contenute nei capitoli precedenti. E' inutile aggiungere frasi del tipo: «In questo lavoro è stato presentato un nuovo modello di ..., è stato dimostrato un teorema...» dato che già il sommario e l'introduzione contengono le stesse informazioni. Piuttosto il capitolo conclusivo può essere dedicato ad una breve discussione critica del lavoro e a tratteggiare i futuri sviluppi; è l'operazione simmetrica a quella fatta nell'introduzione, nella quale si discute la relazione con i lavori precedenti e lo stato delle conoscenze.

Evita le conclusioni subdolamente autocelebrative: «Le tecniche qui esposte si sono rivelate assai utili...», «Questo metodo appare molto promettente...», «Sembra quindi da preferirsi tale approccio rispetto a quello tradizionale». Tocca al lettore dare giudizi di questo tipo, non a te.

I ringraziamenti

Dopo le conclusioni e prima della bibliografia a volte viene aggiunto un breve paragrafo di ringraziamenti a persone che, senza essere gli autori del lavoro, hanno contribuito alla sua realizzazione. Essere semplicemente citati dall'autore è già di per sé una soddisfazione; non servono frasi servili o retoriche.

La bibliografia

Deve essere completa e aggiornata, non necessariamente lunga. Spesso viene usata dal potenziale lettore insieme al sommario, per avere un'idea del lavoro prima di leggerlo. Deve quindi essere compilata con molta cura. Di ogni citazione devono essere specificati l'autore (o gli autori), il titolo, il libro o la rivista in cui il lavoro appare, la casa editrice e l'anno.

Ogni lavoro citato nella bibliografia deve essere anche richiamato nel testo, almeno una volta (e viceversa, ovviamente).

Le appendici

Le appendici contengono parti del lavoro, che appesantirebbero eccessivamente la lettura se poste nel testo, interrompendo il filo logico dell'esposizione per troppo tempo. Ad esempio, grandi tabelle di valori numerici (dati o risultati), lunghe dimostrazioni di proposizioni, risultati collaterali del lavoro, casi particolari. Se ci sono appendici, devono esistere nel testo i corrispondenti richiami: «...la cui dimostrazione (v. appendice A)...».

Le figure e le tabelle

Ogni figura deve essere numerata e deve avere una didascalia. Inoltre è bene che ci sia un riferimento nel testo per ciascuna: «...il grafo mostrato in figura 3...», «...la soluzione (fig. 5)...».

Nel caso delle tabelle si può scegliere tra una didascalia come per le figure o un'intestazione sopra la tabella o sulla sua prima riga. Anche per le tabelle vale la regola che nel testo deve comparire almeno un puntatore: «...sono riassunti nella tabella 1...», «...il confronto tra i tempi di calcolo (tab. 2-4)...».

2. Consigli per la composizione

Il miglior consiglio che io ti possa dare è di dedicare un'oretta della tua vita alla lettura di «The elements of style» di W.Strunk e E.B.White, ed. MacMillan (New York 1979). Io l'ho fatto e lo consiglio vivamente. Un altro testo raccomandabile è il più corposo «La scrittura tecnico-scientifica» di E.Matriccioni, ed. Città Studi (Milano, 1994), utile soprattutto per redigere tesi di laurea. Qui di seguito elenco alcuni consigli, tutti tratti da esperienze personali.

1) Usa la prima persona ed evita le forme impersonali.

Assumi di fronte al lettore la responsabilità di ciò che hai fatto e di ciò che scrivi, usando la prima persona. Il lettore si sentirà più coinvolto nella lettura, come lo sarebbe in un dialogo. Scrivendo la tua relazione stai comunicando qualcosa a qualcuno, non stai scrivendo per gli scaffali di una biblioteca.

«Il presente articolo descrive...» oppure «Si propone...» → «In questo articolo descrivo...», «Propongo...».

«Gli esperimenti compiuti dagli autori...» → «I nostri esperimenti...»

«Viene illustrata un'applicazione...» → «Illustro un'applicazione...»

«Si è quindi provveduto a porre un questionario...» → «Abbiamo quindi posto un questionario...»

Anche quando non sei tu il soggetto della frase, esplicitare il soggetto rende sempre la frase più leggibile, più immediata, più chiara.

«La convergenza dell'algoritmo si raggiunge quando si è trovato un valore ammissibile» → «L'algoritmo converge quando il valore trovato è ammissibile».

2) Usa il tempo presente

Esiste la tendenza errata ad usare fuori luogo i tempi passati (soprattutto l'imperfetto) e futuri.

«Da tali prove è risultato che i migliori risultati si ottenevano ponendo...» → «Da tali prove risulta che i migliori risultati si ottengono ponendo...»

«Se l'intensità del segnale ricevuto supera il valore di soglia, il neurone recettore si attiverà a sua volta...» → «Se l'intensità del segnale ricevuto supera il valore di soglia, il neurone recettore si attiva a sua volta...»

La relazione su un lavoro non è la cronistoria del lavoro («In una prima fase del nostro studio abbiamo considerato...»). Al lettore non interessa sapere cosa è stato fatto prima e cosa dopo. Interessano i metodi e i risultati, interessano le idee.

3) Riconosci ed evita le tautologie e le contraddizioni

Le tautologie sono periodi che dicono due volte la stessa cosa in modo diverso. Le contraddizioni sono periodi che dicono una cosa e il suo contrario.

«Per simulare l'evoluzione di un sistema dato» → «Per simulare l'evoluzione di un sistema...». E' ovvio che il sistema è «dato», dal momento che lo vuoi simulare.

«mobilità dinamica» → «mobilità». La mobilità non può essere statica, lo dice la parola stessa.

«il primo vero e concreto modello» → «il primo modello». L'aggettivo «vero» provoca una tautologia, poiché un modello non può essere falso; l'aggettivo «concreto» provoca una contraddizione, poiché un modello è per sua natura astratto.

«Ogni elemento è definito da un insieme di attributi che formano il pattern descrittivo dell'elemento». Se l'elemento coincide col suo pattern descrittivo, la frase è tautologica; se

l'elemento ed il pattern sono cose diverse, è contraddittoria → «Ogni elemento è descritto da un pattern di attributi».

«La soluzione è quella di fornire all'utenza un servizio di trasporto pubblico, alternativo all'uso del veicolo proprio, che trasporti gli utenti dalla loro abitazione...» contiene più di una tautologia → «La soluzione consiste nel rendere disponibile un servizio pubblico di trasporto a domicilio...»

4) Scegli i sostantivi giusti e riferisci gli aggettivi, i pronomi e i verbi al sostantivo giusto

La «conoscenza» è certa, per via logica o sperimentale; la «stima» invece è basata su ipotesi o modelli.

«Col modello X si può risalire dalla conoscenza di un limitato numero di flussi alla conoscenza di tutti i flussi» → «Col modello X si può risalire dalla conoscenza di un limitato numero di flussi alla stima di tutti i flussi».

«Sulla realtà di New York sono state eseguite le seguenti simulazioni...» → «Sul modello di New York sono state eseguite le seguenti simulazioni...»

Non si «riporta un'applicazione»: si «riportano i risultati relativi ad un'applicazione».

«Il neurone è stato enunciato nel 1943...» → «Il neurone è stato definito nel 1943...» oppure «La definizione del neurone è stata enunciata nel 1943...».

«...un numero di neuroni inferiore a... evidenzia difficoltà di apprendimento» → «la rete neurale evidenzia difficoltà di apprendimento se il numero di neuroni è inferiore a...». Il verbo "evidenzia" non ha come soggetto "il numero".

«...per realizzare modelli di simulazione di sistemi biologici sempre più accurati» → «...per realizzare modelli sempre più accurati di sistemi biologici». L'aggettivo "accurati" è riferito ai modelli, non ai sistemi.

5) Scegli le preposizioni giuste

«la mobilità di una rete di trasporto» → «la mobilità su una rete di trasporto», poiché non è la rete a muoversi.

«...si propaga a mezzo di...» → «...si propaga per mezzo di...»

6) Sii parco di aggettivi

Gli aggettivi servono ad illustrare meglio, non a eccitare il lettore (più spesso lo innervosiscono).

«I rapidi progressi della ricerca informatica rendono disponibili nuovi e potenti strumenti, che consentono...» → «I progressi della ricerca informatica rendono disponibili strumenti la cui potenza consente...»

«insostituibile» → «utile», «particolarmente indicato» (spiegando anche perché).

«innumerevoli» → «alcuni», «molti» (quanti esattamente?).

7) Non usare i simboli matematici come nomi e non descrivere le formule a parole.

«Il delta di un nodo...» non è corretto. Esiste sempre un modo di sostituire il nome del simbolo col suo significato: «l'etichetta di...», «il valore di soglia di...», «la variazione di...», «il valore associato a...». Meglio ancora sostituire la frase con una formula.

Fraasi come «la somma dei primi N elementi è sempre limitata da K , per valori di N inferiori alla cardinalità dell'insieme dei nodi selezionati all'iterazione t .» devono essere sostituite da formule.

E' buona abitudine numerare le formule per poterle facilmente richiamare nel testo: «Sostituendo il vincolo (3) con il vincolo (8) si ottiene un rilassamento...».

8) Usa termini uguali per cose uguali e termini diversi per cose diverse.

Se un «oggetto» poche righe dopo diventa un «elemento», se un «piano» diventa uno «strato», se un «nodo» diventa un «vertice», il lettore è portato a confondersi. La stessa cosa deve ricevere lo stesso nome.

Viceversa non usare lo stesso termine per indicare cose diverse: «sistema», «iterazione», «applicazione» e altri ancora sono termini che purtroppo si prestano ad essere usati più volte con significati diversi nello stesso contesto. In questi casi devi evitare le ambiguità, usando gli opportuni aggettivi.

9) Risparmia su virgolette, corsivi, grassetto, sottolineature.

Quando non sai come esprimere un'idea non pensare di cavartela con la scappatoia della frase tra virgolette o del corsivo. Al momento giusto, accanto ad una descrizione più formale e precisa, può star bene un'espressione virgolettata. Ma non deve diventare un'abitudine, che porta all'abuso. Le virgolette possono essere usate solo da chi sa farne a meno. Tu dimostra innanzitutto di saperne fare a meno.

Se nel testo compaiono termini stranieri, soprattutto se non molto comuni, è bene evidenziarli in corsivo.

Se è proprio necessario evidenziare alcuni termini nel testo, scegli una sola modalità per farlo: o il grassetto, o la sottolineatura, o il corsivo, ma non un miscuglio di queste. Se appena è possibile però è meglio evitare di evidenziare con questi artifici grafici: la costruzione stessa della frase e del testo dovrebbe porre in evidenza ciò che lo esige o lo merita.

10) Elimina i «tali», «il fatto che», i «comunque» e gli «eccetera».

L'aggettivo «tale» spesso fa da ponte tra punti diversi della frase, che purtroppo sono lontani. Basta allora riscrivere la frase ponendoli vicini e risparmiando il «tale», facendo eventualmente ricorso ad un pronome.

«Lo scanner esamina l'immagine analogica e produce una rappresentazione digitale di tale immagine» → «Lo scanner esamina l'immagine analogica e ne produce una rappresentazione digitale».

La stessa operazione consente di unire due frasi consecutive, collegate da un «tale».

«L'impiego di una struttura-dati ad albero permette di aumentare l'efficienza dell'algoritmo. Tale modifica influenza fortemente i tempi di calcolo» → «L'impiego di una struttura-dati ad albero permette di aumentare l'efficienza dell'algoritmo, riducendone fortemente i tempi di calcolo».

Anche il fastidioso «fatto che» si può eliminare con poco sforzo cambiando il soggetto della frase.

«E' evidente il fatto che non esiste differenza in prestazioni...» → «Non si notano differenze in prestazioni...» (o ancor meglio «Le prestazioni... risultano identiche»).

«Il fatto che l'algoritmo A sia superiore all'algoritmo B, non significa che...» → «La superiorità dell'algoritmo A rispetto all'algoritmo B, non significa che...»

Se spesso chi scrive «tale» non ha voglia di spiegare quale, chi scrive «comunque» non ha voglia di spiegare perché. Prova a togliere i «comunque» e vedrai che novantanove volte su cento la frase sta in piedi lo stesso.

Invece chi scrive «eccetera» di solito non saprebbe rispondere alla domanda del lettore «e cos'altro?». Chieditelo anche tu e toglilo gli «eccetera».

11) Evita le espressioni indefinite e incerte: fai affermazioni chiare.

I termini tecnici e in particolar modo le sigle e le abbreviazioni, vanno sempre definiti per esteso la prima volta che vengono usati. «Il Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) è un problema...».

Espressioni *fuzzy* del tipo «un po'», «piuttosto», «discreta», «circa» vanno sostituite con termini più precisi.

«...è di discrete dimensioni». Quanto è grande?

«...penalizza un po' le prestazioni». Di quanto?

«...è quindi possibile con questo metodo risalire in tempi rapidi a...». Quanto rapidi?

«la capacità di generalizzazione...è davvero molto elevata». Quanto elevata?

«Un'interessante osservazione che si può fare osservando il grafico è che sembrerebbe circa equivalente l'utilizzo di 5 veicoli con capienza 8 e l'utilizzo di 9 veicoli con capienza 4» → «Cinque veicoli con capienza 8 forniscono prestazioni simili a quelle di nove veicoli con capienza 4 (v. grafico)».

12) Evita affermazioni opinabili, non dimostrate o non dimostrabili.

«In questo caso un algoritmo di ricerca locale otterrà probabilmente dei risultati migliori». E' un'opinione. Meglio fare esperimenti, o citare esperimenti altrui, e scrivere «In questo caso l'algoritmo di ricerca locale X ha ottenuto risultati migliori», eliminando il «probabilmente» (e il verbo al futuro).

«Per risolvere problemi non linearmente separabili, è necessario che la funzione di attivazione sia non-lineare». E' un'affermazione vera ma non dimostrata. Bisogna citare il riferimento bibliografico dove è reperibile la dimostrazione.

13) Evita perifrasi ridondanti e buffe circonlocuzioni.

Il giudizio del lettore sul tuo lavoro non è direttamente proporzionale alla tua prolissità, né tantomeno alla tua fantasia nel coniare espressioni originali. Il lettore gradisce invece la sintesi e la chiarezza. Tieni conto che nell'accostarsi a relazioni scientifiche chi legge deve già compiere uno sforzo intellettuale, per l'argomento stesso. Non gravarlo anche di uno sforzo di interpretazione del linguaggio. Il linguaggio è solo un umile strumento, non deve diventare il protagonista della tua relazione. I protagonisti sono le idee.

Alcuni esempi:

«strumenti computazionali» → si chiamano «calcolatori» o «elaboratori»

«applicativo software» → «programma»

«crea non pochi problemi» → «crea molti problemi»

«non è affatto attrezzato» → «non è attrezzato»

«Come ovvia conseguenza di questa situazione» → «Quindi»

«supposta vera» → «stimata»

«che è possibile adoperare per realizzare» → «con cui si può realizzare»

«è espresso matematicamente dalla formula» → «è espresso dalla formula»

«operare in modo pratico rilevando i flussi» → «rilevare i flussi»

«Un'altra eventualità è che il sistema possa oscillare» → «Il sistema può anche oscillare»

«per esempi del tutto nuovi» → «per esempi nuovi»

«per ottenere l'eventuale convergenza» → «per ottenere la convergenza»

«non sempre sono praticamente applicabili» → «sono raramente applicabili»

«laddove» → «quando», «se»

«commercialmente esistenti» → «in commercio»

«temporalmente efficiente» → «veloce»

«in funzione di quantità che sono note» → «in funzione di quantità note».

«nell'ottica della minimizzazione dell'errore» → «per minimizzare l'errore».

«Differentemente» → «Al contrario»

«può essere anche vista come» → «equivale a»

«un singolo insieme» → «un insieme»

«l'insieme di apprendimento, altrimenti detto *training set*» → «l'insieme di apprendimento (*training set*)»

«estrapolando la generalizzazione» → «generalizzando»

«senza che ciò provochi alcuna perdita di generalità» → «senza perdita di generalità»

«è capace di operare appropriatamente distinguendo» → «distingue correttamente»

Oltre ad espressioni che si possono (e si devono) sintetizzare, esistono anche espressioni che si possono (e si devono) omettere del tutto: «In tal senso», «come si è detto», «E' da rimarcare che», «Si vuole sottolineare che», «in sostanza».

Una delle cose più detestabili è l'uso ormai dilagante della congiunzione-disgiunzione «e/o», che significa «o l'uno, o l'altro o entrambi». In italiano esiste la disgiunzione «o», che ha esattamente questo significato. La paura che il lettore possa erroneamente pensare ad un «*or* esclusivo» non è giustificata. Se il lettore conosce l'italiano, sa benissimo che «A o B» non indica mutua esclusione tra A e B.

Infine non inventare di sana pianta espressioni il cui significato è noto solo a te: «errore d'uso», «settorializzazione», «macro-passi», «dimensioni di scelta» e via dicendo.

14) Non ripetere la stessa idea in punti diversi del testo.

Ogni cosa ha un suo posto giusto in cui deve essere scritta e basta scriverla lì, una volta sola. Le uniche ripetizioni ammesse sono nel sommario, che dovendo sintetizzare il lavoro deve ripetere ciò che è scritto da qualche parte nel testo. Ma tra diverse parti del testo non devono esistere sovrapposizioni.

15) Spezza le frasi lunghe o accorciale cambiando la costruzione.

Un paio di esempi dovrebbero bastare:

«La fase di addestramento ha richiesto la generazione delle coppie input-output ottenute con una procedura di tipo pseudo-casuale, a partire da una matrice O/D rappresentativa degli spostamenti nell'area, che costituiscono gli esempi di addestramento per la rete neurale in numero pari a 350» → «Per l'addestramento della rete neurale ho usato 350 esempi, costituiti da coppie input-output, ricavati con una procedura pseudo-casuale dalla matrice O/D.»

«Il mercato si tiene in una zona molto centrale della città (centro storico): una zona molto ricca di negozi, che contribuiscono a catalizzare la presenza notevole di persone in questa particolare zona della città» → «Il mercato si tiene nel centro storico, una zona ricca di negozi e quindi molto frequentata».

16) Usa i paragrafi per tradurre le idee in parole.

La difficoltà di tradurre i pensieri in un testo è dovuta in gran parte al fatto che i pensieri non sono sequenziali, il testo sì. Perciò, per inciso, è più facile scrivere un buon ipertesto che un buon testo.

Segui la regola «un'idea = un paragrafo». Ti sarà più facile organizzare sequenzialmente il pensiero, seguirne lo sviluppo logico e riprodurlo nel testo. Ogni paragrafo - la parte di testo compresa tra un ritorno a capo e l'altro - dovrebbe avere senso compiuto anche se staccata dal resto del testo, dovrebbe essere cioè necessaria e sufficiente ad esprimere un'idea, un concetto. Un paragrafo può anche consistere in più periodi.

Osservando la lunghezza dei paragrafi ti accorgerai anche di quali idee hai esposto «troppo», scrivendo inutili dettagli (paragrafo molto più lungo degli altri), e quali invece richiedono di essere approfondite meglio (paragrafo molto più corto degli altri). Bilanciare i paragrafi corrisponde a mantenere costante il livello di dettaglio nella presentazione.

Infine, riporto un paio di esempi di riscrittura di intere parti di testo, seguendo le regole esposte fin qui.

Esempio 1: «Queste considerazioni inducono a ritenere che, nonostante la rigosità delle formulazioni matematiche proposte dai vari autori, esistono comunque delle quantità (matrice di dispersione dei flussi rilevati e della matrice iniziale O/D) la cui valutazione, spesso approssimata, può comunque inficiare la bontà dei risultati finali in termini di stima corretta della matrice O/D.»

La principale, «Queste considerazioni inducono a ritenere che», è priva di contenuto e si può omettere; «la rigosità» è implicita nel fatto che le formulazioni siano «matematiche»; i due «comunque» sono superflui; i «risultati» sono sempre «finali» per definizione; «la bontà dei risultati...in termini di stima corretta...» è semplicemente «la bontà della stima...». L'intera frase si può riscrivere così:

«Le approssimazioni introdotte nella stima della matrice di dispersione dei flussi rilevati e nella stima della matrice O/D iniziale possono inficiare la qualità della stima della matrice O/D.»

La riscrittura non comporta solo un risparmio di parole del 50% circa, a tutto vantaggio della chiarezza e della facilità di lettura, ma anche alcuni effetti paradossali: ciò che prima era scritto tra parentesi è diventato un complemento del soggetto nella proposizione principale.

Esempio 2: «I risultati sono confrontati con quelli forniti da uno degli algoritmi tradizionali precedentemente richiamati, ed in particolare si è fatto riferimento al metodo di massimizzazione dell'entropia di Willumsen (1978) la cui formulazione viene di seguito esplicitata.»

«Confrontiamo i risultati con quelli forniti dal seguente metodo di massimizzazione dell'entropia (Willumsen, 1978).»

Quindici parole anziché trentasette, identico contenuto.

3. Errori comuni

Riporto nel seguito espressioni italiane comunemente usate male, espressioni inglesi usate in sostituzione di quelle italiane, espressioni inglesi italianizzate. Alcune sono diffuse, per adesso, solo nel linguaggio parlato ma a scopo preventivo le cito ugualmente.

3.1 Espressioni italiane usate male

Consistere di: anche se in inglese «to consist» regge sempre la preposizione «of», in italiano il verbo «consistere» regge la preposizione «in», non «di». Solo quando il significato è «essere composto da parti» si può usare «di»: «la novità consiste *in* quest'idea», «il libro consiste *in* (o *di*) trenta capitoli».

Comportare si riferisce ad una conseguenza. Non è sinonimo di «richiedere» che invece si riferisce ad una pre-condizione, ad una causa. Ad esempio «L'uso di questo programma, comporta un grande risparmio di tempo, ma richiede [non «comporta»] un calcolatore potente».

Dimostrare significa rendere evidente la verità di un'affermazione attraverso passaggi logici. Non è sinonimo di «mostrare», che significa rendere evidente una realtà, un dato di fatto senza alcun bisogno di inferenze logiche. «Il teorema si dimostra tramite il lemma 2.1»; «gli esperimenti mostrano che l'algoritmo A è più robusto dell'algoritmo B».

Risultare è intransitivo. «...tale da risultare un'elaborazione distribuita» → «...tale da produrre un'elaborazione distribuita».

Significativo non è sinonimo di «rappresentativo». Significativo è ciò che porta informazione; rappresentativo è ciò che riassume, che dà un'idea di qualcosa. «Questo risultato è significativo ed è rappresentativo dell'intero esperimento».

3.2 Espressioni inglesi in sostituzione di espressioni italiane

Molte parole inglesi sono entrate nell'uso comune, soprattutto nell'ambiente informatico e, più in generale, tecnologico. E' ridicolo sforzarsi di tradurre per forza tutto in italiano: nessuno vorrebbe avere un «topo» sulla scrivania, né «ferraglia» e «morbidume» possono essere valide traduzioni di *hardware* e *software*... D'altra parte in molti casi esistono i corrispondenti termini italiani, il cui uso non ha nulla di ridicolo ed è quindi raccomandabile.

Esempi di parole inglesi non (o difficilmente) sostituibili e il cui uso è quindi sempre giustificato: *back-up*, *benchmark*, *browser*, *directory*, *floppy disk*, *mouse*, *overflow*, *password*, *scheduling*, *pattern*, *web*...

Esempi di parole inglesi quasi sempre ingiustificate: *bottleneck* (collo di bottiglia), *bound* (limite), *design* (progetto, progettazione, ma non «disegno»), *feasible* (ammissibile), *feature* (caratteristica), *keyword* (parola chiave), *network* (rete), *overhead* (sovraccarico), *paper* (articolo), *planning* (pianificazione), *search* (ricerca), *set* (insieme), *switch* (scambio o interruttore, secondo il contesto), *task* (compito o processo), *threshold* (soglia, valore limite), *tool* (strumento)...

3.3 Espressioni inglesi italianizzate

Ancor peggio che usare male espressioni italiane o sostituirle con espressioni inglesi equivalenti è senz'altro il tentativo di creare parole italiane da parole inglesi. L'esito è spesso ridicolo. Ecco un breve elenco.

Backuppare: ammesso che «fare una copia di riserva» sia un'espressione troppo lunga, si può ripiegare su «fare una copia di *back-up*» o «fare un *back-up*».

Branchare: «to branch» si traduce con «dividere», «scomporre», «partizionare» o, nel peggiore dei casi, «eseguire il *branching*».

Crashare: «cadere», «interrompersi», «fallire», «rompersi», «crollare»...

Collectare: «to collect» si traduce con «raccogliere», «collezionare».

Debuggare: «correggere» un programma.

Deletare: «cancellare».
Fillare: i moduli non si «fillano», si riempiono.
Fittare: «adattarsi», «combaciare», «adeguarsi».
Fliccherare: il «flickering» si traduce con «tremolio»; quindi lo schermo non «fliccherà», tremola.
Forwardare: «rinviare» un messaggio.
Killare: «interrompere», «cancellare» un processo attivo su un calcolatore.
Input, output: «ingresso» e «uscita».
Inputare: a parte la grafia scorretta («np» non esiste nell'ortografia italiana), un dato o un file si «dà in ingresso» ad un programma.
Lockare: «bloccare», «chiudere».
(S-)Loggarsi: «(s-)connettersi», «(s-)collegarsi», «iniziare (terminare) una sessione di lavoro».
Linkare: «collegare», «collegare con un puntatore» o «puntare» nel caso di ipertesti.
Mailare: «inviare un messaggio di *e-mail*» (o di posta elettronica) o anche «mandare un'*e-mail*», dato che il termine *e-mail*, al pari di *fax*, fa ormai parte della lingua corrente.
Postare: «spedire», «inviare».
Randomizzato: «casualizzato».
Referare: «revisionare» un testo per la pubblicazione.
Resettare: «azzerare» un contatore, «riavviare» una macchina.
Restorare: «ripristinare», «recuperare» un file cancellato.
Reversare: eseguire l'operazione di «reverse», cioè «invertire».
Runnare: «eseguire» un programma.
Scannerare, scannerizzare: *to scan* si traduce con «esaminare», «analizzare», «esplorare», secondo i casi. Riferito all'azione dello *scanner* si traduce con «scandire». Lo *scanning* è la «scansione».
Settare: «tarare», «fissare», «impostare».
Sharare: «condividere».
Shiftare: «spostare», «traslare».
Skippare: «saltare», «tralasciare».
Splittare: «dividere», «sdoppiare», «duplicare», «distribuire».
Startare: «avviare».
Stoppare: a meno che non si tratti di gergo calcistico (nel calcio esiste lo *stopper*), *to stop* si traduce con «fermare», «arrestare».
Switchare: «(s)cambiare», «passare da... a...».
Taggare: «etichettare», «classificare».
Testare: «provare», «collaudare».
Up(Down-)gradare: «aggiornare», «sostituire con la nuova (vecchia) versione».

L'esito è ancora più ridicolo nei casi in cui esiste già un identico termine italiano con tutt'altro significato. Ecco alcuni esempi.

Applicare: in inglese *to apply* significa tra l'altro «fare domanda per partecipare», in italiano no. Non si applica ad un congresso, ci si iscrive.

Attitudine: in italiano il termine «attitudine» ha due significati: disposizione, inclinazione naturale per un'attività («Non ho attitudine per il disegno»), oppure postura della persona, atteggiamento («Si mise in attitudine di preghiera»). Nel primo caso la derivazione è dal latino «aptus»=«adatto», nel secondo dal latino «actus»=«gesto». In inglese si traducono rispettivamente in *aptitude* e in *attitude*. Ma *attitude* in inglese significa atteggiamento in senso lato, non necessariamente riferito ad un gesto o ad una postura del corpo. Non è quindi corretto tradurre *attitude* in «attitudine» quando significa «atteggiamento». Ad esempio non si può avere «un'attitudine scettica» verso qualcosa o qualcuno, ma piuttosto «un atteggiamento scettico».

Confidente: non è colui che ha fiducia (in inglese *confidence*), ma colui che confida, cioè trasmette un'informazione segreta o riservata, e quindi colui in cui si ha fiducia. Chi confida qualcosa è un «confidente» (sostantivo); chi confida in qualcosa è «fiducioso» (aggettivo).

Disegnare (Disegno): l'inglese *design* si traduce con «progettare», non «disegnare», perché si riferisce ad un'attività più astratta, non necessariamente grafica e anche quando si riferisce all'attività grafica si tratta di «disegno tecnico», non di disegno in generale.

Fissare: in inglese *to fix* significa, tra l'altro, correggere un errore in un programma. In italiano no. Non si «fissano i banchi», si correggono gli errori.

Introdurre(-rsi): in inglese *to introduce someone/oneself* significa presentare qualcuno/presentarsi. L'italianizzazione rende possibili frasi straordinariamente equivoche: «Ho incontrato una ragazza simpatica e, per fare amicizia, mi sono subito introdotto.»

Istanza: l'istanza in italiano non ha niente a che vedere con la *instance* in inglese. In inglese *instance* significa «esempio», «esemplare», «caso» (nel senso di «caso particolare», non di «fatalità»). In italiano «istanza» significa «richiesta», in particolare richiesta formale o pressante. A *problem instance* è «Un esemplare di problema».

Processare: oltre a non essere «inputati», i dati non si processano, si elaborano.

Realizzare: il verbo *to realize* si traduce con «rendersi conto di», «accorgersi di», non con «realizzare», che significa tutt'altro.

Ricoverare: eseguire la *recovery* di un processo sospeso non significa «ricoverare» il processo. Piuttosto, «riattivarlo», «ricuperarlo», «ripristinarlo». Riferito a persone l'equivoco è ancora più marcato perché in inglese *to recover* significa «rimettersi in salute», cioè esattamente il contrario di ciò che significa «ricoverare» in italiano.

Ristorare: va bene «recuperare» un file cancellato e «ripristinarlo», ma dargli anche da mangiare...

Ritornare: in italiano è intransitivo. Non si ritorna un messaggio, lo si rimanda o lo si rinvia o lo si rispedisce; non si ritorna una risposta, la si dà.

Scannare: lo *scanner* non gronda di sangue. Si «scandisce» un'immagine, se ne fa una «scansione».

Sottomettere: in inglese *to submit* significa «sottoporre» nel senso di «presentare», «sottoporre a giudizio altrui». L'italiano «sottomettere» significa invece «soggiogare».

Sottoscrivere: spesso usato come erronea traduzione dell'inglese *to subscribe* nel senso di «abbonarsi», «iscriversi». In italiano «sottoscrivere» significa invece «firmare per adesione, per conferma, per accettazione».

Sperimentare: *to experience* significa «fare esperienza di», «provare», nel senso di provare piacere, provare dolore, provare difficoltà. In italiano non si «sperimentano» queste cose, perché «sperimentare» indica un'azione volontaria. *I experienced some problems with this program* si traduce con «Ho incontrato alcune difficoltà con questo programma», non con «Ho sperimentato alcune difficoltà...».

Supporto: in italiano il verbo *to support* si traduce sia in «supportare» che in «sostenere». Ma i nomi «sostegno» e «supporto» sono intercambiabili solo se si riferiscono ad un oggetto concreto. In senso figurato, morale, psicologico, intellettuale, esiste solo il «sostegno», non il «supporto». Si può «supportare una tesi», ma si adducono argomentazioni «a sostegno», non «a supporto», di una tesi.