

Piccola guida alla scrittura di una relazione scientifica

Lo stile

Per quanto riguarda lo stile della composizione vale la pena di dedicare un'oretta alla lettura di *"The elements of style"* di W.Strunk e E.B.White, ed. MacMillan (New York 1979). Un altro testo raccomandabile è il più corposo *"La scrittura tecnico-scientifica"* di E.Matricciani, ed. Città Studi (Milano, 1994), utile soprattutto per redigere tesi di laurea.

La struttura

Generalmente una relazione scientifica è composta da un sommario (*abstract*), da alcuni capitoli, da una bibliografia ed eventualmente da appendici. A loro volta i capitoli riguardano solitamente il problema (motivazione, ambito applicativo), il modello formale, la tecnica risolutiva (per esempio l'algoritmo o il prodotto software realizzato), 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 frontespizio

Usare il *template* disponibile su <http://www.dti.unimi.it/FAQlaurearsi>.

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 o altro ancora. Dare al tuo lavoro il titolo giusto è indispensabile, se vuoi che esso sia valutato nel modo giusto.

Il titolo deve essere sintetico. Per sceglierlo chiediti quali sono le "parole chiave" 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. 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 omettere.

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 perseguito?", 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.

L'introduzione deve anzitutto spiegare il problema, almeno a grandi linee e indicare la motivazione per lo studio che è stato fatto.

È 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 riespiegare daccapo ogni volta cos'è un algoritmo, cos'è un calcolatore parallelo, 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.

Può essere una buona idea scrivere l'introduzione come per ultima cosa, descrivendo la relazione *dopo* averla già scritta, non prima.

È 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

Per modello si intende qui di seguito la definizione formale, rigorosa, spesso matematica, del problema studiato. Le scienze matematiche, tra cui l'Informatica e la Ricerca Operativa, non studiano fenomeni reali, 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 estemamente 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, 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 uno 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. 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 e numerarle. 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*, in inglese)" e la fine con la classica sigla *cvd* ("come volevasi dimostrare") o, alla latina, *qed* ("quod erat demonstrandum") o ancora con un quadratino.

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 scientifico. Perciò devi dare al lettore tutte le informazioni necessarie perché egli possa ripetere i tuoi esperimenti e verificarli. 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 *benchmark* 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" 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. Alcune indicazioni valide in generale: 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 esempio di problema. Se nell'intestazione delle tabelle usi delle abbreviazioni o dei simboli, devi spiegarli per esteso nel testo.

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. Un commento è arbitrario quando usa i risultati sperimentali per trarre conclusioni non dimostrate.

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 esempi del 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..." 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. Tocca al lettore dare giudizi, 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 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, la casa editrice e l'anno.

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

Ordina le citazioni in ordine alfabetico. Esistono diversi *standard* per la bibliografia: vanno bene tutti, l'importante è non mischiarli.

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, 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.

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.

Nel caso delle tabelle puoi 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 riferimento.

Altri consigli

Usa un correttore ortografico. Distingui gli accenti dagli apostrofi.

Rispetta la larghezza dei margini e allinea il testo sia a destra che a sinistra.

Evita per quanto possibile le note a pie' di pagina.

Evidenzia parole o concetti-chiave in corsivo; idem per le parole straniere.

Numera i capitoli o sezioni e i sottocapitoli o sottosezioni.