

Evoluzione della tecnologia e comunicazione della conoscenza

Dinamica dello sviluppo dell'informatica

L'informatica non è una disciplina come le altre. I suoi fondamenti e la direzione del suo sviluppo sono continuamente rimessi in discussione dall'evoluzione tecnologica. Questa, a sua volta, è continuamente sottoposta alle forze di mercato, alla competizione nazionale ed internazionale.

La riduzione dei costi del trattamento e dell'archiviazione dei dati ha dimensioni fantascientifiche. Ogni cinque anni il calcolo costa un fattore dieci in meno. Ciò significa che in venti anni le stesse prestazioni si possono ottenere con una riduzione di almeno diecimila volte (trascurando parallelismo ed avanzamento della conoscenza).

La microelettronica basata sul silicio ha reso possibile un fenomeno così importante ed inevitabilmente pervasivo. Infatti, di fronte al rapido processo di riduzione dei prezzi, l'industria elettronica e informatica non può che cercare nuove prospettive per i suoi prodotti, prospettive che dovranno poi corrispondere ad un allargamento di mercato. Una miriade di informatici in piccole aziende, laboratori universitari e di enti di ricerca, in medie e grandi aziende contribuisce allo sviluppo di nuove idee applicative. L'industria di base dell'informatica continuamente si ritrasforma cercando di soddisfare esigenze di un vastissimo pubblico. Per consentire la sopravvivenza dell'industria informatica a fronte di una così vasta trasformazione dei prodotti e delle esigenze, si è sviluppata una incredibile varietà di atteggiamenti nello sviluppo del software. Questo gioca un ruolo molto complesso: permette ad un utente di risolvere con relativa facilità i problemi, contribuisce alla nascita di un vero e proprio mercato del software, indica chiaramente come dovranno essere progettati gli elaboratori della prossima generazione (cioè gli elaboratori che dovranno essere distribuiti sul mercato entro tre o quattro anni) per tener adeguatamente conto di ciò che il mercato ha scelto.

Inevitabilmente, l'uomo informatico è costretto a rivedere continuamente le proprie ipotesi. Ciò che ieri sembrava una linea di sviluppo per la vita diventa un semplice caso particolare e va abbandonato, pena l'obsolescenza.. L'aspetto più vistoso di tutto ciò va visto nella crescita delle capacità di problem solving di sistemi di elaborazione. Questa, seppure concentrata in aree verticali legate alle esperienze professionali, è diventata enorme e sta trasformando completamente il cammino della conoscenza dalla sua origine al fruitore.

Tutto ciò sta rinforzando le professioni tradizionali mentre ripropone un informatico continuamente nuovo, poiché questi altro non fa che automatizzare processi di pensiero anche quando non ricorre a tecniche di intelligenza artificiale. I compilatori, le interfacce per l'utente, i sistemi operativi altro non sono che un tentativo (riuscito) di eliminare la necessità di informatici nell'impiego di risorse di elaborazione automatica.

Informatica e mondo scientifico

Il mondo scientifico legato all'informatica stenta seriamente a seguire il fenomeno. Solo alcuni centri di eccellenza riescono a seguire gli sviluppi e a dare contributi significativi. Tuttavia, questo mondo si è attribuito ovunque un ruolo che non poteva mancare e che assume un'enorme importanza per l'economia e la cultura: precisamente, l'integrazione della cultura emergente dalla tecnologia informatica con culture più tradizionali, che non sono a contatto con le tecnologie se non nel momento dell'uso, attuato spesso con un atteggiamento riduttivo laddove il computer è, seppure giustamente, percepito come "strumento per calcoli".

In verità, l'intera organizzazione del lavoro e della comunicazione scientifica viene stravolta. E siccome in fondo la ricerca è una disciplina che deve trasferire conoscenze dal mondo delle idee al mondo della conoscenza scientifica ed applicata, ne segue che anche la ricerca è già stata profondamente alterata, anche se la percezione di ciò non è ancora del tutto chiara.

In effetti, la ricerca scientifica basa i suoi sviluppi su ideazione e tradizione. La tradizione è sempre di più legata alla conoscenza di ciò che è stato fatto. L'ideazione richiede sempre di più strumenti di supporto al ragionamento (strumenti di calcolo, di deduzione automatica, di sperimentazione, di verifica con le idee, ...). Tali strumenti esistono e stanno per approdare in tutte le discipline scientifiche, matematiche e non. Lo stesso processo di ricerca scientifica è oggetto di ricerca per sua automazione e lo sarà inevitabilmente alquanto di più, poiché sarà

sempre più evidente che ciò che è abbastanza ben definito diventerà appannaggio di quel divoratore di idee che è il computer, in simbiosi con il suo utente.

Se il processo di automazione della ricerca scientifica è ancora limitato, ciò è dovuto unicamente alla situazione contingente del costo dei supporti di memorizzazione della tradizione (ovvero le memorie di massa). Ma dal momento che questi costi, grazie alle tecnologie ottiche, stanno riducendosi enormemente, è inevitabile che la tradizione risulta disponibile a basso costo sotto forma sia tradizionale che innovativa. Sarà tradizionale quando offrirà un accesso semplice a dati, testi, riferimenti bibliografici. Non sarà più tradizionale allorché renderà immediatamente disponibili in forma direttamente omputabile i suoi risultati sotto forma di software.

Ci sono precisi indici che la comunicazione non tradizionale sta esplodendo nel mondo scientifico. Senza effettuare previsioni sui tempi che determineranno una vasta adozione di comunicazione scientifica non tradizionale, vale forse la pena considerare i fenomeni che giocano a favore di una conversione verso quelle tecnologie.

a) Innanzitutto, ormai ogni scienziato impiega il computer per scrivere direttamente i propri lavori e sempre più spesso usa strumenti software per valutazioni, comunicazione a distanza, accesso alle banche dati, calcoli statistici, calcoli matematici, rappresentazione formale della propria conoscenza.

b) L'industria editoriale ha ben capito che deve riconvertirsi per molte ragioni quali: il costo della carta, il processo di automazione della produzione editoriale, e la necessità di rendere effettivamente fruibili immense masse di conoscenza che si accumulano senza che onestamente nessuno le possa più impiegare. Quindi, l'industria editoriale, anche grazie al CD ROM, ormai sta pensando ad ogni opera enciclopedica anche in termini di elettronica, ovvero in termini di prodotti in cui immagini, testi, formule e talvolta anche calcoli e suoni sono del tutto integrati e diffusi come prodotti d'autore su opportuni supporti elettronici.

c) Alcuni giornali scientifici nel mondo informatico/matematico accettano lavori solo su supporto elettronico.

d) L'ACM (Association for Computer Machinery) ha sviluppato un'esperienza di proceedings elettronici su computer. In tal modo idee computazionali ed immagini possono essere verificate immediatamente.

e) Le tecnologie didattiche stanno entrando in modo molto forte nella didattica delle discipline universitarie in tutti i campi. Ma forse l'aspetto più significativo è la recente tendenza ad usare pacchetti software per la matematica direttamente in aula, con una notevole riduzione della distanza fra chi produce conoscenza in forma elettronica e chi mostra le conseguenze della sua fruizione.

Inutile insistere sul fatto che ciò è la conseguenza del miglioramento delle tecnologie, come è forse inutile insistere sul fatto che le tecnologie entro pochi anni saranno completamente modificate. Si badi bene: la modifica delle tecnologie modifica anche i contenuti al fine di renderli più utili. In breve si parlerà ad esempio di tecnologie per la matematica: la fruibilità del pensiero matematico via computer non è solo legata a concetti di tipo matematico. Una serie di elementi quali la conoscenza di linguaggi, algoritmi, supporti tecnologici, aspetti di comunicazione uomo-macchina, etc., si fondono in nuove unità che conglobano tutto ciò. Chiamarle tecnologie della matematica è forse riduttivo. Naturalmente, ciò che importa sottolineare qui è che in tali contenitori unitari entra la tradizione di ogni paese.

Lentamente chi saprà fare tali prodotti finirà con il diventare il leader della cultura scientifica corrispondente. Ciò sta già avvenendo in vari casi. Il più impressionante è quello della conoscenza sul genoma umano: chi costruisce e dispone per primo (ed esiste) e manutiene le conoscenze sul genoma umano, inevitabilmente saprà fruire per primo, in campi concettuali e applicativi, conoscenze che l'intero mondo della biologia mette a disposizione. Il raccogliere insomma è possedere. Ma, senza saper distribuire, il possedere non serve. Ciò ha una conseguenza: il gusto estetico dello scrittore scientifico continua ad avere una sua importanza ed anzi si estende a comprendere nuove forme di comunicazione.

Uno sguardo al mondo del software

Il software nella sua storia ha subito varie svolte che hanno fatto raggiungere al mercato del software più del cinquanta per cento dell'intero settore dell'informatica. E, mentre le tecnologie elettroniche tendono a ridurre i costi, inevitabilmente il software tende ad aumentare di importanza, poiché è dal software che dipende la possibilità di effettuare applicazioni ben mirate, capaci quindi di essere usate a basso costo di istruzione dell'utente.

Le esigenze del mondo software sono molte e contraddittorie. Un'analisi completa ci porterebbe troppo lontano dall'obiettivo di questa presentazione. Qui basta osservare che le due esigenze fondamentali, distribuire software protetto ed insieme integrabile sono esigenze fortemente contraddittorie. Se si considera, infatti, la necessità da parte dell'utente di integrare le sue applicazioni all'interno di infrastrutture realizzate con una varietà di tecnologie, si realizza la difficoltà che incontra il mondo software. A completare il quadro, va aggiunto che la comparsa di memorie ottiche e di terminali di ottima qualità a colori forza ad introdurre interfacce grafiche per l'utente, spingendo verso

sistemi multimediali laddove la voce, le immagini, fisse od animate, la comunicazione iconica e grafemica si fondono, eventualmente con una forte interconnessione in reti locali o geograficamente distribuite, Nelle cosiddette stazioni lavoro tutto ciò è ormai ben visibile, anche se i problemi fondamentali del software (l'integrabilità e la protezione) sono ancora lontani dall'essere risolti.

Il mondo software comunque risulta estremamente frammentato fra una miriade di proposte di atteggiamenti resi ancor più importanti dalla suddivisione fra tecnologie e dai tempi a cui l'origine del software viene fatta risalire.

Le interfacce grafiche popolarizzate dal mondo del Macintosh, stanno tuttavia insegnando che la facilità di impiego dei mezzi di calcolo non va vista limitatamente all'utente che deve impiegare il computer per attività molto semplici: è viceversa un atteggiamento del tutto generale che può migliorare l'utenza a tutti i livelli di impiego. Grazie alle interfacce grafiche l'uso del computer diventa equivalente a trattare con oggetti manipolabili sulla base di semplici e ben note regole, al di fuori dei domini dell'informatica. Così ogni disciplina vedrà i suoi concetti rappresentati graficamente sul video: ma quei disegni saranno costituiti da parti ed elementi significativi che l'utente potrà manipolare quasi si trattasse di oggetti veri e propri. Il mouse per ora, domani direttamente l'osservazione visuale degli oggetti, ed anche la voce, potranno far sì che chiunque conosca il suo mestiere possa servirsi il computer senza aver mai fatto un corso di informatica.

Ciò è ormai già avvenuto per molte discipline. La progettazione CAD (Computer Aided Design) si effettua in molti campi dell'ingegneria: meccanica, elettronica, impiantistica, urbanistica, edilizia, ambientale, ... , direttamente secondo i criteri ora esposti. Basta scegliere in una sorta di tavolozza figurata le entità da studiare, disporle nello spazio di lavoro del video, connetterle usando sempre elementi di tavolozza e chiedere di mostrare ciò che può essere mostrato. Naturalmente, alla fine dell'operazione l'entità studiata diventa una classe di entità (impianto, circuito, edificio, pezzo meccanico, etc.). Basterà modificare pochi parametri per riutilizzare il lavoro già effettuato in altri settori. Chi è stato capace di applicare in modo economico ed efficace le idee ora viste ha già saputo aumentare la produttività e naturalmente sta determinando la cultura dell'informatica del futuro.

Ma tutto ciò non basta. Con l'informatica le possibilità di analisi e di qualità del lavoro sono aumentabili indefinitamente a costi controllati. Ciò soprattutto se si riesce ad integrare applicazioni software di varia origine. Si tratta di un problema tecnologicamente molto complesso per la mancanza di standards (e non potrebbe essere diversamente poiché gli

standards in parte si fanno per poi non seguirli completamente come meccanismo di protezione commerciale.

La tecnologia in questi ultimi tempi, soprattutto su pressante domanda del mondo degli utenti, sta cercando di rendere possibile il riuso di applicazioni direttamente interconnesse senza attendere che la tavolozza di cui abbiamo parlato arrivi in tutti i settori. In effetti, lo sviluppo di tavolozze richiede oggi sforzi di sviluppo software che sono giustificati solo dall'ampiezza del mercato. Nelle applicazioni più tradizionali e limitate, l'ampiezza del mercato e talvolta alcune situazioni culturali impediscono che si formino atteggiamenti del tipo di quelli indicati.

Complessivamente, comunque, la possibilità di costruire un rapporto cliente/servente fra applicazioni apre la strada all'integrazione di software futuro in quello del passato. Dunque, la tecnologia informatica non può evitare tale integrazione, che ha anche numerose conseguenze ben note a chi si appresta a sviluppare applicazioni innovative per il futuro. Infatti lo sviluppo di applicazioni innovative oggi richiede un'immensa quantità di software da integrare. Ciò soprattutto perché chi ha già un'applicazione sul mercato la potenzia nelle versioni successive al fine di assicurarsi una sopravvivenza nel confronto con i competitori. La multimedialità poi richiede un'enorme varietà di elementi per realizzare applicazioni significative. Dunque, almeno nelle fasi prototipali, le applicazioni innovative si realizzano ricorrendo ad applicazioni già pronte, riducendo pertanto al minimo lo sviluppo di software nuovo. Tutto ciò corrisponde ad una nuova tappa del software, laddove lo sviluppo di applicazioni si effettua non componendo istruzioni, ma componendo applicazioni (ciascuna spesso realizzata con molte decine di migliaia di istruzioni).

La programmazione ad oggetti, che è la naturale tecnologia che rende possibile (assieme ad opportuni criteri di standardizzazione) l'integrazione fra applicazioni, potrà far sì che l'utente finale si costruisca direttamente le applicazioni senza scrivere codice e senza l'impiego dei cosiddetti linguaggi di quarta generazione. Gli basterà saper impiegare separatamente le applicazioni che desidera integrare. Poiché integrazione significa comunicazione, gli basterà sapere cosa deve fare dei dati che dovranno scorrere da un'applicazione all'altra. Dovrà lui stesso far comunicare con comandi elementari i dati. L'esempio costituirà una forma di comunicazione implicita (per esempi) che l'elaboratore gli procurerà per tutti gli altri casi.

Gli obiettivi indicati non sono ancora completamente raggiunti: notevoli passi avanti sono tuttavia stati compiuti. Ben presto avremo capito che l'informatica permette di manipolare con semplicità modelli del mondo quali oggetti, così come la geometria permetteva di manipolare modelli

geometrici del mondo. La programmazione ad oggetti va molto oltre la geometria: facilita l'integrazione di qualsiasi forma di conoscenza di cui noi vogliamo disporre. I nostri oggetti subiranno progressivi miglioramenti e saranno fonte di lavoro anche per le prossime generazioni di tecnologi e scienziati.

Un discorso a parte meriterebbe lo sviluppo della comunicazione dichiarativa (linguaggi dichiarativi, basi dati deduttivi, etc.) e delle tecniche generali di *problem solvitig* dovute all'intelligenza artificiale. L'impegno anche accademico effettuato per rendere popolare un approccio dichiarativo alla comunicazione uomo-macchina, indicando il meno possibile della soluzione del problema in essere, sta procedendo ed ha guadagnato molto spazio. La comunicazione dichiarativa sta assumendo lentamente il ruolo che naturalmente le compete: quello di descrivere proprietà, vincoli e processi in modo accurato. Molte sono le applicazioni sperimentali e notevoli anche i successi ottenuti in settori limitati. Problemi di prestazione e di integrazione ne rallentano un po' l'adozione, anche se potrebbero già giocare un ruolo fondamentale nell'eliminazione degli informatici in molti problemi.

Integrazione di aspetti cognitivi nell'informatica

Il computer integra conoscenza. Un recente pacchetto software viene pubblicizzato affermando che contiene quattromila anni di matematica. E' certamente una sovrastima. Ma è certamente vero che l'integrazione va verso il recupero di molta conoscenza. Immediatamente il problema che si pone è: come rendere possibile l'interazione dell'utente con una così vasta mole di dati, procedimenti, conoscenze? Una risposta unica non esiste. Gli intenti per ora sono concentrati nell'impiego di metafore visive. In fondo, le immagini ci aiutano a capire. La descrizione di un edificio banale senza immagini sarebbe sostanzialmente incomprensibile con il solo ausilio di strumenti dichiarativi. Ma ciò vale non solo per entità legate alla natura dello spazio, ma per entità di qualsiasi natura. Le reti semantiche, i diagrammi di Venn ed i loro numerosi derivati, gli alberi, i grafi, le reti di ogni genere, il colore e le varie forme metaforiche sono sempre state, e stanno diventando sempre più, elementi di comunicazione, dando luogo a forme di comunicazione in cui i concetti vengono dispiegati su un qualche spazio geometrico. In quello spazio i concetti assumono una loro fisionomia grafica e grafemica che convoglia contenuti cognitivi tradizionali al fine di suggerire il contesto concettuale in cui le espressioni descritte debbono essere interpretate. La forma grafica suggerisce aspetti modellistici. La forma grafemica suggerisce proprietà e conoscenze delle entità rappresentate. Secondo taluni ciò coinvolge sia la parte destra che la parte sinistra del cervello, facilitando la partecipazione completa dell'individuo alla comunicazione.

Naturalmente, le entità descritte sul video sfruttano appieno le potenzialità del computer, che diventa così un docile strumento di aggregazione di forme differenti di conoscenza attorno a comuni percezioni.

Grazie alle interfacce grafiche ed alla presenza del mouse, la manipolazione diretta delle entità rappresentate diventa possibile e diventa possibile immaginare che un bambino sappia progettare un grattacielo o costruire un modello integro-differenziale di una complessa realtà ambientale ed economica, come alcuni esempi di software già in largo uso suggeriscono direttamente. Naturalmente, l'utente (bambino o scienziato poco importa) non dovrà conoscere le scienze delle costruzioni o le equazioni integro-differenziali né i relativi metodi di soluzione.

I limiti dell'atteggiamento qui descritto si estendono all'immaginazione se si considera la metafora secondo cui l'utente può entrare direttamente nel sistema rappresentato sul video, edificio o non. Infatti, se si considera la freccia mossa dal mouse come un alter ego dell'utente, si ha subito la conseguenza di poter considerare le navigazioni dell'utente nell'interno del sistema informativo, sia esso fatto di realtà astratte o di modelli artificiali o virtuali del mondo. Nel caso di modelli virtuali, l'utente navigherà in questi con la possibilità di comandare i corrispondenti sistemi reali via azioni sul video direttamente impartite sugli oggetti. Con una recente estensione di questo approccio studiato in alcune università ed anche commercializzato, è stato possibile consentire a due utenti fisicamente distanti e connessi in rete di effettuare azioni assieme in una stessa realtà fisica, in cui si sentivano percettivamente immersi grazie ad un sistema di visione stereoscopico che mostrava loro le computazioni del computer sotto forma di edificio. Non è difficile immaginare che tali azioni corrispondano a visite effettive virtuali in spazi reali. La distanza ed il tempo vengono completamente alterati da tali tecnologie. I responsabili di edifici potranno raggiungere luoghi, effettuare ispezioni senza muoversi. In modo del tutto analogo, gli scienziati sapranno costruire spazi inesplorati in cui entrare: l'obiettivo dello scienziato sarà quello di rappresentare l'ignoranza, non la conoscenza. In tal caso, la vista nell'ignoranza corrisponderà direttamente ad autentiche scoperte. In fondo, tutto ciò avviene da sempre. Occorrerà percepire che questa dimensione della ricerca è perseguibile con il computer e che la nostra attenzione andrà posta verso l'uomo che deve capire piuttosto che verso il computer che deve elaborare.

Queste considerazioni mostrano che un nuovo atteggiamento verso il computer sta prendendo le prime mosse. Questo atteggiamento che viene definito *human centered* (o secondo uno studente del sottoscritto "antropocentrico") richiede inevitabilmente una diversa visione dell'informatica. L'informatica astratta di tipo matematico va bene per

studiare alcuni aspetti dell'informatica. Ma sempre l'informatica deve rappresentare e modellare entità del mondo reale (o immaginario) e deve renderle comprensibili agli umani. Si pensi ad esempio al dibattito in corso negli USA in certi ambienti sulla non accettabilità delle dimostrazioni di teoremi effettuate con computers. Queste sarebbero non verificabili umanamente poiché troppo complesse (il che è certamente vero in non pochi casi). Al di là della tesi sostenuta, è evidente che un approccio antropocentrico alla dimostrazione di teoremi obbliga a permettere la comprensione delle prove al suo utente: ciò richiede ben nuove tecnologie e sperimentazioni che integrino elementi cognitivi ad elementi più tradizionali di informatica e di intelligenza artificiale. Finalmente, quindi, l'informatica avrà le sue basi: l'elaboratore, la programmazione e la cognizione.

La didattica

Cosa diventa la didattica? Se si continua la metafora precedente la risposta è semplice: un viaggio nella conoscenza di un docente con la sua scolaresca. Ciò potrà essere fatto in aula, come da molto tempo viene sperimentato in alcune università, o attraverso un pacchetto software che lo studente impiega da solo.

Qualcuno può ritenere tutto ciò semplicistico. Ma per fortuna alcuni grandissimi scienziati hanno iniziato a far lezione proprio secondo la metafora indicata: se si dispone della conoscenza accessibile in un computer, diventa semplice immaginare di spiegarla davanti ad un video che permette anche sperimentazioni e tentativi vari.

Naturalmente, occorrono sforzi per immettere conoscenza in computers. Senza questo sforzo la didattica sarà fatta su pacchetti acquisiti, di altri autori. Ed altri decideranno per noi il livello di approfondimento. E' importante osservare che la didattica è forse la migliore occasione per lo sviluppo dell'editoria elettronica ed un atteggiamento integrato nella comunicazione scientifica.