
Psicologia del pensiero

a cura di
Vittorio Girello Paolo Legrenzi

il Mulino

ISBN 88-15-06884-8

Copyright © 1999 by Società editrice il Mulino, Bologna. È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico, non autorizzata.

7. L'«expertise»

Nessuno dubita del fatto che un giovane cardiologo, da poco specializzato a pieni voti, abbia un buon livello di conoscenza nel suo campo: è fresco di studi, ha verosimilmente preparato gli esami su testi che includono le più recenti acquisizioni nell'ambito della disciplina, ha una memoria allenata e ben funzionante, e con buona probabilità è profondamente motivato a svolgere nel modo migliore la professione da lui scelta. Perché allora preferiamo farci curare da un cardiologo esperto, che abbia alle spalle un certo numero di anni di pratica professionale?

A livello intuitivo le persone sanno che un conto è possedere un certo numero di conoscenze astratte nell'ambito di una disciplina, un conto è saperle applicare efficacemente alla soluzione di problemi, attività quest'ultima che spesso costituisce la parte preponderante nell'esercizio di una professione. In una prospettiva scientifica gli studiosi del ragionamento si chiedono cosa cambia nella mente delle persone con l'accumulo dell'esperienza in un certo campo, e quindi quali sono le componenti qualitative e quantitative che caratterizzano l'*expertise*, vale a dire la competenza in uno specifico dominio di conoscenza.

L'*expertise* può riguardare i domini più diversi (per esempio, la fisica, la medicina o l'informatica), o ulteriori specializzazioni all'interno di un dominio (per esempio, la cardiologia, la psichiatria o l'oculistica). Riguarda inoltre non solo i domini propri del mondo del lavoro, ma anche quelli che rientrano solitamente tra le attività ricreative, come gli hobby o gli sport, nei quali ugualmente si può raggiungere un alto grado di specializzazione (per esempio, gli scacchi o il bridge, per citare alcuni dei domini studiati dalla ricerca in questo campo). Infine l'*expertise* può derivare dall'acquisizione di una conoscenza teorica prima che pratica, come avviene per il cardiologo o l'avvocato, ma può anche costituirsi diretta-

mente a partire dalla pratica, come avviene in certe attività manuali o artigianali (per esempio, il calzolaio o il ceramista).

Generalmente uno stesso soggetto sviluppa *expertise* solo in uno o tutt'al più in pochi domini. Certo, sono esistiti personaggi come Leonardo, che passava da un dominio all'altro ed eccelleva in tutti, ma si tratta di eccezioni, e comunque, nel caso di Leonardo, di un'epoca in cui lo sviluppo delle diverse discipline non aveva raggiunto i livelli di specializzazione cui assistiamo oggi. La stessa organizzazione sociale, che si basa sul principio della divisione del lavoro, fa sì che abitualmente ciascuno sviluppi una competenza in un settore specifico.

Nella ricerca sull'*expertise* si ritrovano i temi classici della psicologia del pensiero, come le modalità di rappresentazione della conoscenza o le strategie di soluzione dei problemi. Tuttavia in questo caso l'attenzione è focalizzata soprattutto sul ruolo giocato nel pensiero da uno specifico patrimonio di conoscenze, acquisito in un lungo arco di tempo.

In questo capitolo vedremo, anzitutto, com'è nata la ricerca sull'*expertise*, su quali metodi di indagine è fondata, e quali sono i livelli e le tipologie di *expertise* individuati finora; quindi quali sono le caratteristiche della prestazione competente messe in luce dalla ricerca nei diversi domini; infine quali sono i processi che caratterizzano il passaggio dalla condizione di inesperto a quella di esperto, insieme ad alcune delle implicazioni che ne derivano in termini di formazione al ragionamento in domini specifici di conoscenza.

1. La ricerca sull'«expertise»

1.1. Gli inizi

La ricerca psicologica in tema di *expertise* ha avuto origine a partire dagli anni '70, in concomitanza con l'esigenza, sentita dai ricercatori, di estendere l'esame dei processi di *problem solving* dai problemi *semanticamente poveri*, che per essere risolti non richiedono il riferimento a specifiche conoscenze precedenti, a quelli *semanticamente ricchi*, implicanti il riferimento ad una base di conoscenza ricca e articolata (cfr. cap. 3). Questo passaggio dall'esame di attività cognitive semplici all'esame di attività co-

gnitive complesse è espressione di un percorso evolutivo della psicologia del pensiero che trova analogie anche in altri campi della ricerca psicologica: l'accumulo di dati di ricerca relativi alle situazioni semplificate, tipicamente studiate in laboratorio, offre una buona base di partenza per estendere l'analisi alle situazioni complesse più vicine alla vita reale, ed effettuare così ricerche caratterizzate da maggiore validità ecologica (cfr. cap. 8). Sul piano metodologico il cambiamento è importante, perché implica, invece che un approccio sperimentale in senso classico, un approccio fenomenologico, in base al quale la ricerca muove da una differenza osservata nella realtà, nel caso specifico quella tra esperti e inesperti, per risalire ai processi che la generano. Gli esperimenti non vengono abbandonati, ma vengono messi a punto cercando per quanto possibile di simulare quanto avviene nella realtà [cfr. Ericsson e Hastie 1994].

Una parte importante nel cambiamento di cui si è detto è stata giocata dalla direzione assunta negli stessi anni dagli studi di intelligenza artificiale, a seguito del parziale insuccesso dei primi sistemi informatici cosiddetti «intelligenti», costruiti per competere e, se possibile, anche superare, le prestazioni dei soggetti umani in compiti specifici. I sistemi elaborati per il gioco degli scacchi potevano prevedere un numero consistente di mosse, e tuttavia finivano per perdere le partite anche con giocatori di media abilità. Sempre più evidente si fece strada la consapevolezza che avere notevoli capacità di ricerca non era sufficiente a garantire una buona prestazione, mentre a questo scopo risultava essenziale la possibilità di riferirsi ad una struttura di conoscenza adeguatamente organizzata. Il miglioramento dei programmi da applicare ai domini complessi sarebbe dunque passato non tanto da un ulteriore incremento nella capacità di gestire dati o applicare algoritmi di ricerca, quanto da un progresso nelle modalità di rappresentazione, organizzazione e uso della conoscenza accessibile al sistema. Si doveva cioè passare da sistemi basati su una «strategia di potenza» (*power strategy*) a sistemi basati su una «strategia di conoscenza» (*knowledge strategy*) [Minsky e Papert 1974]. In linea con questo orientamento generale, negli anni successivi si è assistito allo sviluppo dei cosiddetti «sistemi esperti», sistemi che si fondano su una base di conoscenza specifica di un dominio e che hanno la funzione di svolgere dei compiti precisi nell'ambito

del dominio stesso. Se si esclude un programma molto generale di base, comune a tutti i sistemi esperti e denominato *motore inferenziale*, per il resto in questi sistemi le procedure di soluzione dei problemi sono strettamente connesse alla base di conoscenza posseduta dal sistema e alla sua organizzazione, e queste stesse procedure possono evolvere e modificarsi con l'aumentare della base di conoscenza. Non solo negli scacchi, ma anche in altri domini, tra cui la medicina e il diritto, i progressi compiuti possono dirsi ormai consistenti e i sistemi messi a punto sono usciti dal settore della pura sperimentazione per entrare in quello dell'applicazione effettiva.

1.2. La scelta dei soggetti

Lo spostamento di attenzione dai processi di ragionamento in quanto tali alla loro interazione con le strutture di conoscenza ha determinato l'emergere di un «nuovo» oggetto di studio, per il quale un ambito di osservazione privilegiato è costituito dalle prestazioni di soggetti esperti in un dato dominio, confrontate con quelle di soggetti inesperti.

La metodologia di ricerca tipicamente adottata è proprio il cosiddetto *expert-novice paradigm*, in base al quale si scelgono due gruppi di soggetti rispettivamente esperti e inesperti in un dominio e si propone a entrambi i gruppi uno stesso compito cognitivo. Per quanto riguarda gli inesperti, nella maggior parte dei casi il criterio adottato è quello di scegliere soggetti non completamente digiuni del dominio, bensì provvisti di un certo patrimonio di conoscenza, che può essere di livello iniziale (per esempio, studenti che hanno terminato il primo anno di un corso di fisica), oppure di livello avanzato, ma eminentemente teorico (per esempio, neolaureati in medicina). Per quanto riguarda gli esperti il criterio adottato abitualmente consiste nello scegliere persone che abbiano una pratica pluriennale nel settore.

Man mano che la ricerca sull'*expertise* si è andata consolidando, si è affermata l'esigenza di specificare ulteriormente i criteri di scelta dei soggetti e si è giunti così a definire una tipologia più ricca rispetto a quella semplicemente dicotomica di «esperto» e «inesperto». Secondo una scala crescente di *expertise* si possono identificare le seguenti categorie [Patel e Groen 1991, 96]:

- *layperson* (persona comune): chi ha solo una conoscenza di senso comune o quotidiana del dominio;
- *beginner* (principiante): chi dispone della conoscenza pre-requisita che si ritiene necessaria per il dominio;
- *intermediate* (intermedio), per default viene definito come chi si trova ad un livello superiore rispetto al *beginner*, ma inferiore rispetto al *subexpert*;
- *subexpert* (quasi-esperto), chi ha una conoscenza generica del dominio, ma una inadeguata conoscenza specializzata (per esempio, un cardiologo che affronta un problema pediatrico);
- *expert* (esperto), chi ha conoscenza specializzata nel dominio.

L'esame di più livelli di *expertise* risulta utile sia per approfondire il significato e la portata dei risultati ottenuti dalle prime ricerche che si limitavano a contrapporre esperti a inesperti, sia soprattutto per chiarire la dinamica di un passaggio, quello dalla condizione di inesperto a quella di esperto, che non è improvviso, ma graduale.

Va detto a questo punto che, per quanto si specificchino i criteri di scelta dei soggetti, non si potrà evitare che in un campione vi siano differenze anche consistenti tra un esperto e un altro. Ciò appare immediatamente evidente se si considera che l'*expertise* si basa su un patrimonio di conoscenza acquisito nell'arco di diversi anni, nel corso dei quali difficilmente le esperienze e le occasioni di apprendimento saranno le stesse per persone diverse. Le ricerche sull'*expertise* sono in genere di tipo trasversale, e pongono quindi a confronto soggetti che hanno un diverso grado di competenza in un momento dato. Tuttavia anche una ricerca longitudinale (che, per esempio, preveda rilevazioni all'inizio di una carriera professionale e poi a distanza di 5 o 10 anni) difficilmente potrebbe includere il controllo di tutte le fonti e le occasioni di apprendimento avute dai soggetti in un lungo arco di tempo. Come vedremo, la presenza di consistenti differenze individuali non ha comunque impedito alla ricerca sull'*expertise* di identificare alcune componenti tipiche della prestazione competente.

1.3. I compiti proposti

Il confronto tra esperti e inesperti non può naturalmente prevedere un esame analitico di tutte le differenze nel loro patrimonio di conoscenza e nelle sue applicazioni, sia per l'ampiezza di tale patrimonio sia per la variabilità interindividuale di cui si è detto. La scelta dei ricercatori è quindi in genere di selezionare aree o compiti precisi all'interno del dominio, nell'ipotesi che ciò consenta comunque di porre in luce modalità di organizzazione della conoscenza e strategie di ragionamento che si possano estendere all'intera area di competenza dei soggetti. L'utilizzo dell'*expert-novice paradigm* ha indotto in un primo tempo i ricercatori a utilizzare come materiale-stimolo problemi che potessero essere affrontati e in parte capiti (se pure magari non risolti) non solo dagli esperti, ma anche dagli inesperti, quindi problemi piuttosto facili e rientranti nella tipologia di quelli abitualmente affrontati in un dato dominio. Più recentemente la descrizione delle caratteristiche della prestazione competente si è estesa a includere anche la prestazione di fronte a compiti difficili e inusuali.

Varia è la tipologia dei compiti proposti. Alcuni consentono di indagare soprattutto l'aspetto «statico» della conoscenza, ossia il modo in cui i contenuti propri del dominio in esame vengono codificati, rievocati, categorizzati, nonché la loro organizzazione in reti concettuali. Così, per esempio, si è chiesto ai soggetti di rievocare la posizione dei pezzi su una scacchiera o la descrizione di un caso clinico, di categorizzare problemi di fisica o di algebra, di inserire in una rete o in una struttura ad albero tutti i concetti collegati a una certa malattia.

Altri compiti consentono di indagare l'aspetto «dinamico» della conoscenza, ossia le strategie di soluzione dei problemi. In questo caso si chiede ai soggetti di risolvere un problema del loro dominio e si osservano i comportamenti (che possono essere i più vari, dai gesti, ai movimenti degli occhi, alla stesura di appunti, al disegno di diagrammi), oppure si registrano i resoconti verbali ottenuti attraverso la tecnica del *ragionamento ad alta voce* (*thinking aloud*). Questa tecnica consiste nel chiedere ai soggetti di dire tutto quello che viene loro in mente durante il processo di soluzione. Una possibile obiezione all'utilizzo di questa tecnica consiste nel fatto che passaggi anche importanti del processo di ragionamento possono essere non consapevoli e quindi non esse-

re colti *direttamente* nella verbalizzazione [cfr. Nisbett e Wilson 1977]. Tuttavia si è posto in evidenza che i processi mentali non possono essere studiati se non in modo *indiretto* e che il comportamento verbale può, come ogni altro comportamento, essere utilizzato come indicatore di tali processi [cfr. Ericsson e Simon 1980; 1984]. L'analisi sempre più approfondita delle componenti sintattiche, semantiche e pragmatiche del discorso, offerta dagli psicolinguisti, offre di fatto agli psicologi del pensiero che analizzano i resoconti verbali un numero di indicatori sempre maggiore dei processi mentali soggiacenti [cfr. Caron-Pargue e Caron 1989].

2. Le caratteristiche della prestazione competente

I domini nei quali sono state effettuate le ricerche sull'*expertise* sono i più diversi, tra questi la fisica, l'elettronica, la medicina, il diritto e la politica [cfr. Chi e Glaser 1988]. L'estensione della ricerca dall'esame di problemi noti all'esame di problemi meno noti e più complessi ha fatto gradualmente emergere l'opportunità di distinguere due varietà qualitativamente distinte di *expertise*, quella di *routine* e quella *adattiva* [cfr. Holyoak e Spellman 1993]. La prima indica la capacità di risolvere rapidamente e accuratamente problemi noti. La seconda indica la capacità di applicare efficacemente la conoscenza acquisita alla soluzione di problemi nuovi, eventualmente mettendo a punto procedure di soluzione mai applicate prima. Di questa distinzione tra due tipi di *expertise* si terrà conto qui di seguito, nell'espone le caratteristiche della prestazione competente.

2.1. Le capacità di memoria

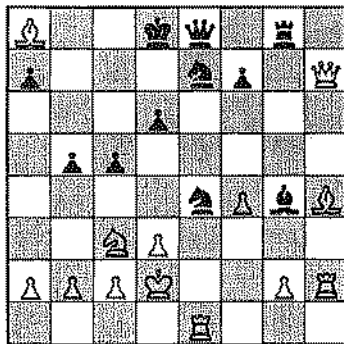
La differenza nelle capacità di memoria è il tema sul quale si sono concentrate le prime ricerche sull'*expertise*. Pionieristica in questo campo è stata una ricerca di de Groot [1965], originariamente pubblicata in olandese nel 1946, ma comparsa in inglese solo vent'anni dopo. I soggetti della ricerca di de Groot erano dei giocatori di scacchi: un Grande Maestro, un Maestro, un giocatore esperto e un giocatore forte. Ad essi veniva mostrata per

pochi secondi (da 4 a 10) l'immagine di una scacchiera con 20-24 pezzi, la posizione dei quali corrispondeva ad una fase intermedia di una partita reale. Successivamente i soggetti avevano mezzo minuto per riprodurre su un'altra scacchiera la situazione osservata. Dopo una serie di prove, la conclusione di de Groot fu che il Grande Maestro e il Maestro ricordavano la quasi totalità delle posizioni, mentre il giocatore esperto ne ricordava circa i tre quarti e il giocatore forte la metà.

A distanza di diversi anni, Chase e Simon [1973] hanno ripreso nella sostanza l'esperimento di de Groot ma, a differenza di questi, hanno mostrato ai loro soggetti – un Maestro, un giocatore di classe prima nazionale e un principiante – sia scacchiere con posizioni dei pezzi tratte da partite reali sia scacchiere con posizioni dei pezzi del tutto casuali. Mentre nel primo caso Chase e Simon hanno replicato i risultati di de Groot, nel senso che il Maestro ha ricordato e riprodotto sulla scacchiera un maggior numero di posizioni rispetto al principiante, nel secondo caso non hanno rilevato differenze significative fra i tre soggetti (cfr. fig. 7.1).

Questi risultati hanno avvalorato l'ipotesi di partenza formulata da Chase e Simon, che cioè i giocatori esperti non abbiano in genere migliore memoria degli inesperti. Se così fosse, gli esperti ricorderebbero meglio anche le posizioni casuali dei pezzi. Invece sono avvantaggiati solo di fronte a situazioni di gioco significative, perché in questo caso identificano e mantengono nella memoria a breve termine non la posizione dei singoli pezzi, ma configurazioni comprendenti più pezzi. Grazie a questo processo di raggruppamento, denominato *chunking*, gli esperti avrebbero la possibilità di aumentare in modo consistente la capacità della memoria a breve termine, di per sé limitata, e quindi offrirebbero migliori prestazioni degli inesperti nel ricordo immediato. A differenza della memoria a lungo termine, la memoria a breve termine consente infatti di gestire contemporaneamente solo un numero ridotto di unità informative, ma le informazioni disponibili risultano notevolmente incrementate se a ciascuna unità corrisponde non un singolo dato, ma un insieme di più dati uniti tra loro da un'etichetta comune. Mettiamo in atto un processo di questo tipo quando, per esempio, memorizziamo un numero di telefono in gruppi di cifre anziché una cifra alla volta. Con l'accumulo di esperienza in un dominio, le informazioni relative tenderebbero

Posizione di gioco reale



Posizione di gioco casuale

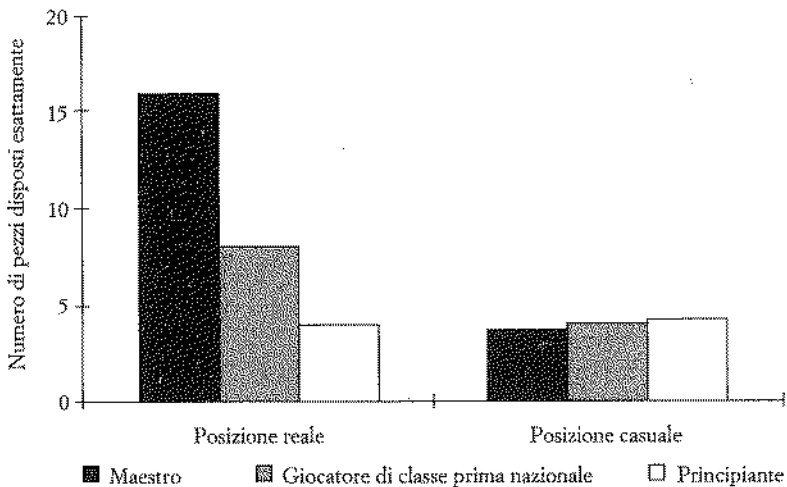
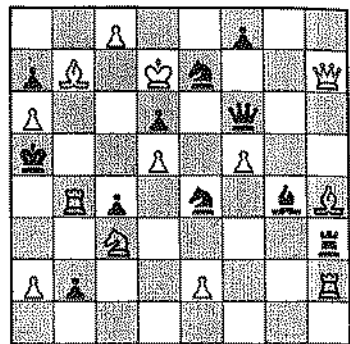


FIG. 7.1.

ad essere organizzate in memoria a lungo termine e recuperate in memoria a breve termine in forma non di singoli dati ma di strutture (pattern) significative e ciò consentirebbe agli esperti di sfruttare al massimo le capacità della propria memoria.

La cosiddetta ipotesi del riconoscimento di una struttura (*pattern recognition hypothesis*), formulata da Chase e Simon, è stata ripresa e verificata in seguito anche in domini diversi rispetto agli scacchi. Sarebbe tuttavia erroneo concludere, sulla base di questi risultati, che la superiore abilità degli esperti dipenda solo dalla

loro memoria. Risultati di ricerche successive, effettuate nello stesso dominio degli scacchi, hanno indotto infatti a mettere in evidenza i limiti di un'interpretazione di questo tipo. Particolarmente significativi sono i risultati di una ricerca di Charness [1981a], che ha messo alla prova giocatori di scacchi di diversa età (16-64 anni) e di diversi livelli di abilità. Sono state mostrate ai soggetti quattro posizioni di centro partita e si è chiesto loro di ragionare ad alta voce durante il processo di scelta della mossa successiva. Poi sono stati mostrati dei finali di partita e si è chiesto di valutare come si sarebbero conclusi. A sorpresa è stato infine proposto un compito di ricordo nel quale si chiedeva ai soggetti di ricostruire le quattro posizioni di partenza e di riconoscerle in mezzo ad altre. Le prestazioni in questo ultimo compito non sono risultate positivamente correlate alle prestazioni nei compiti precedenti, in particolare Charness [1981b] ha osservato che con l'età diminuisce la prestazione nel compito di ricordo, senza tuttavia che ciò infici la prestazione nelle altre prove. Il relativo deficit nel ricordo dei giocatori più anziani potrebbe essere compensato dallo sviluppo di altre abilità legate alla maggiore esperienza, come sembra confermato dal fatto che i soggetti più anziani hanno preso in esame un numero minore di possibili mosse nel corso del ragionamento, e tuttavia alla fine hanno optato per mosse altrettanto buone rispetto ai più giovani.

Se si possono dunque raggiungere gli stessi livelli di abilità anche in presenza di punteggi diversi nel ricordo, se ne dovrà concludere che il ricordo può essere una, ma non l'unica componente dell'abilità dell'esperto. Una conferma ulteriore in questa direzione è offerta da un'altra ricerca [Claessen e Boshuizen 1985], effettuata in ambito medico, dalla quale è emerso (in modo inatteso) che soggetti di livello intermedio avevano un ricordo migliore delle informazioni relative ad un caso clinico sia rispetto agli inesperti sia rispetto agli esperti. La spiegazione più convincente di come questo possa avvenire è legata al tipo di conoscenza cui fanno riferimento i soggetti ai diversi livelli di *expertise* nell'affrontare un caso clinico. Le scarse conoscenze specifiche degli inesperti sui sintomi di una malattia e sui processi soggiacenti fanno sì che questi soggetti non riconoscano la rilevanza di molti dati, che quindi non vengono rievocati. Questo non accadrebbe agli intermedi, che possiedono le nozioni di base necessarie a valutare e ponderare il peso di ogni dato, ed effetti-

vamente procedono in questo senso, con una conseguente migliore rievocazione dei dati stessi. Negli esperti, infine, il processo di valutazione dei dati non sarebbe messo in atto in modo così analitico, e verrebbero saltate alcune tappe a causa dell'automatizzazione di alcune procedure. Ciò indurrebbe questi soggetti a utilizzare l'informazione in modo altrettanto (se non più) adeguato, ma con una sua memorizzazione quantitativamente inferiore.

In ultima analisi i dati delle ricerche ora ricordate segnalano l'opportunità di valutare non tanto se la memoria determini l'abilità o, viceversa, se l'abilità determini la memoria, quanto di studiare come i due fattori interagiscano [cfr. Green e Gilhooly 1992].

2.2. La rappresentazione dei problemi

Con il riferimento alla nozione di *chunking* negli studi sulla memoria si è già posto in evidenza che un aspetto importante dell'*expertise* è dato dall'organizzazione dei singoli dati di conoscenza in unità significative. Attraverso prove di categorizzazione dei problemi i ricercatori hanno ulteriormente precisato il modo in cui le conoscenze del dominio sono organizzate nella mente degli esperti e degli inesperti, e hanno rilevato differenze qualitative che hanno riflessi importanti sul processo di soluzione dei problemi.

Chi, Feltovich e Glaser [1981] hanno presentato a 8 dottorandi e a 8 studenti del primo anno di fisica 24 cartoncini, su ciascuno dei quali era riportato un problema di fisica. A questi soggetti è stato chiesto di creare dei raggruppamenti, mettendo nella stessa categoria i problemi percepiti come simili. Non si sono osservate differenze tra i due gruppi nel tempo impiegato per l'esecuzione del compito e nemmeno nel numero di categorie costruite, ma sono emerse sostanziali differenze nei criteri che hanno guidato la categorizzazione. Gli inesperti si sono fondati sugli oggetti o su alcune parole-chiave presenti nel testo dei problemi; così hanno posto in una stessa categoria problemi implicanti piani inclinati, in un'altra categoria problemi implicanti carucole, e così via per i problemi implicanti elastici, dischi rotanti ecc. Gli esperti si sono invece fondati sui principi di fisica necessari per la risoluzione dei problemi; così un problema riguardante

un piano inclinato e uno relativo al funzionamento di una carrucola sono stati collocati in una stessa categoria, se entrambi richiedevano per la soluzione il riferimento al principio della conservazione di energia.

In conclusione gli inesperti categorizzano i problemi sulla base della loro struttura di superficie (*surface structure*), pongono cioè l'attenzione su somiglianze tra i problemi immediatamente evidenti e concrete; al contrario gli esperti categorizzano i problemi sulla base della loro struttura profonda (*deep structure*), cioè sulla base dei principi ad essi soggiacenti, e si collocano quindi ad un livello di categorizzazione di second'ordine o più astratto. Una conferma della presenza del passaggio da un modo di categorizzare all'altro viene dall'esame del comportamento di studenti che si trovano ad un livello intermedio rispetto a inesperti ed esperti [Chi, Glaser e Rees 1982]. Nei soggetti di livello intermedio si osserva, come negli esperti, una classificazione dei problemi in base ai principi ad essi soggiacenti, solo però nel caso in cui questi principi siano stati segnalati dalla presenza di alcune caratteristiche di superficie. Sui rapporti tra struttura di superficie e struttura profonda dei problemi torneremo nel paragrafo 4, perché in essi sembra potersi trovare la chiave di come avviene l'acquisizione dell'*expertise*.

Il modo in cui i problemi vengono categorizzati è espressione di come sono stati compresi, e quindi rappresentati nella mente dei soggetti; la rappresentazione a sua volta è prerequisite fondamentale perché si possa avviare il processo di soluzione dei problemi stessi. Quando si tratta di un problema noto, il processo di costruzione della rappresentazione negli esperti è piuttosto rapido. In questo caso, infatti, il riconoscimento della struttura profonda coinciderebbe per l'esperto con l'attivazione di uno «schema del problema», che includerebbe sia le componenti fondamentali del problema sia il percorso per giungere alla soluzione. Quando invece il problema non è noto o è difficile (e quindi per esso non si dispone di uno schema), la costruzione di una rappresentazione richiede un'attività inferenziale lunga ed elaborata, alla quale gli esperti possono dedicare anche più tempo degli inesperti. Nella costruzione di una rappresentazione del problema il soggetto crea un collegamento tra la specifica situazione che ha di fronte e la conoscenza precedente di cui dispone, e in questo processo giocano un ruolo centrale le *inferenze*. I dati disponibili

sembrano indicare che le inferenze vengono effettuate sia dagli esperti che dagli inesperti, ma in modo diverso.

A titolo di esempio prendiamo in esame la costruzione della rappresentazione di un caso giudiziario così come è stata indagata in una ricerca di Catellani [1992]. Magistrati esperti e uditori giudiziari (ossia soggetti che hanno vinto il concorso in magistratura e stanno effettuando il tirocinio obbligatorio) dovevano leggere la sintesi degli atti di un caso giudiziario penale tratto dalla realtà, ragionare ad alta voce su tale caso e quindi formulare una sentenza.

Il caso riguardava un uomo (Luigi), che era stato denunciato dalla convivente (Carla) perché egli l'avrebbe minacciata con la pistola. La convivente affermava di prostituirsi con la protezione dell'uomo, e di costituire, grazie a questa attività, la fonte principale delle entrate finanziarie della coppia. Le imputazioni erano: detenzione e porto abusivo di arma da fuoco, minacce, percosse e sfruttamento della prostituzione.

Le verbalizzazioni del ragionamento ad alta voce sono state registrate e trascritte, e successivamente analizzate a diversi livelli. Uno dei livelli di analisi riguardava il tipo di conoscenza cui il soggetto si riferiva nel corso del ragionamento, e prevedeva la distinzione tra commenti metacognitivi (MRAG, cfr. legenda in tab. 7.1).

In assoluto, il numero di riferimenti ai fatti e i commenti metacognitivi non sono risultati differire significativamente nei protocolli dei due gruppi, ma:

a) gli esperti hanno più spesso distinto esplicitamente tra fatti e inferenze rilevanti ($F+$, $FI+$) e fatti e inferenze irrilevanti ($F-$, $FI-$) ai fini della soluzione del caso, mentre gli inesperti hanno più spesso citato fatti e inferenze senza dare un giudizio sulla loro rilevanza ($F=$, $FI=$);

b) gli esperti hanno effettuato in proporzione un maggior numero di inferenze ipotetiche (FIP).

Il primo stralcio di protocollo nella tabella 7.1 è un esempio di inferenze rilevanti ai fini dello specifico compito affrontato. Sulla base del significato normativo dell'espressione «sfruttamento della prostituzione», uno degli obiettivi degli esperti è stato quello di esaminare fatti ed effettuare inferenze con l'obiettivo di stabilire gli eventuali vantaggi economici che l'imputato avrebbe potuto derivare dall'attività della vittima. Nello stralcio si veda,

TAB. 7.1. *Stralci del ragionamento ad alta voce di magistrati esperti e inesperti*

D'altra parte l'altra affermazione del difensore secondo cui i conti correnti bancari risultano intestati a Carla (F+) e Luigi ne ha solo la delega (F+) dà la prova però che Luigi aveva la possibilità, anche se temporaneamente, anche se col rischio di vedersi revocata la delega (FI-), aveva comunque la possibilità di disporre dei beni di Carla (FI+). Volendo prova anche un'altra cosa (MRAG), siccome si parla di conti correnti in generale (FI+), evidentemente attribuiti nel complesso al nucleo Carla-Luigi (FI+) e si dice che risultano intestati a Carla (F+), ciò farebbe pensare che proprio da Carla arrivino le disponibilità economiche necessarie per il mantenimento della famiglia (FI+). (esperto n. 5)

Non è difficile, non sarebbe stato difficile, se effettivamente questo signore faceva il trasportatore come dice (FIP), portare bolle di consegna, fatture (FIP), una documentazione materiale che in qualche modo poteva essere anche confrontata con le cifre indicate sul calendario (FIP), e quindi si poteva in qualche modo verificare se era vero quello affermato dalla difesa (FIP), cioè che le cifre indicate dal calendario fossero riferibili in qualche modo ai chilogrammi del trasporto (F=) e non alle cifre dei soldi avuti dalla sua convivente per la prostituzione (FI+). (esperto n. 8)

E poi, prima di tutto vedere, in effetti, se questa Carla esercitava l'attività di pros... di prostituta. (F=) Quali in ordine a questa... qual era... qual è il ruolo di Luigi: (FI=) se davvero vive sfruttando l'attività di Carla o se... (FI=) Quindi da una parte questo. (MRAG) Poi andare a fondo circa questa attività mi sembra di trasportatore, (F=) questa attività di trasportatore di Luigi vedere se è una copertura, (F=) come dice Carla e la mamma, la madre di Carla, il fratello di Carla, (FM=) e quindi lui viveva o no alle spalle della convivente (FI=) oppure se è un'attività, come invece dice il difensore, è «un'attività sostanziale» (F=) e non si tratta affatto di una copertura. (F=) Quindi vedere se Luigi... come... come tira avanti nella... giorno per giorno. (MRAG) (inesperto n. 18)

Legenda:

Fa fatto. Il soggetto cita un dato presente nel testo con le stesse parole o con espressioni analoghe da un punto di vista semantico.

FM= fatto modificato. Il soggetto cita un fatto diverso rispetto al testo senza che ciò venga esplicitamente rilevato dal soggetto stesso.

FI= fatto inferito. Il soggetto inferisce un fatto a partire da quelli presenti nel testo.

FIP fatto ipotizzato. Il soggetto ipotizza un fatto non citato nel testo.

MRAG metaragionamento. Il soggetto fa riferimento al procedere del proprio ragionamento.

^a Per queste categorie è stata prevista una codifica aggiuntiva corrispondente al giudizio dato dal soggetto:

- + il fatto viene giudicato rilevante nel contesto di ragionamento;
- il fatto viene giudicato irrilevante nel contesto di ragionamento;
- = il fatto viene citato senza dare un giudizio.

Fonte: Catellani [1992].

per esempio, come le inferenze consentano all'esperto di uscire da una considerazione separata della situazione economica di Carla da una parte e di Luigi dall'altra (quale è presentata negli atti del processo), per esaminare invece i rapporti economici che legano i due. Sempre con l'obiettivo di stabilire gli eventuali van-

taggi avuti dall'imputato, nel corso del ragionamento gli esperti hanno effettuato diverse inferenze di carattere ipotetico, hanno cioè ipotizzato dei fatti dei quali non possedevano certezza nel momento in cui il ragionamento si svolgeva, ma la cui veridicità avrebbe potuto essere verificata in seguito, facilitando così la soluzione del caso (cfr. secondo stralcio in tab. 7.1). Negli inesperti, invece, le inferenze, pur presenti, non sono risultate così finalizzate a stabilire i vantaggi tratti dall'imputato. Sono inoltre risultate poco presenti le inferenze ipotetiche, il che ha reso difficile precisare i punti da chiarire, per esempio, in riferimento all'attività di Luigi (cfr. terzo stralcio in tab. 7.1).

In conclusione i risultati di questa, così come di altre ricerche, sembrano indicare che la differenza tra esperti e inesperti consiste non tanto nella presenza o meno di un'attività inferenziale durante il processo di costruzione di una rappresentazione del problema, quanto nella capacità di utilizzare adeguatamente la propria base di conoscenza per effettuare inferenze che siano rilevanti rispetto allo specifico problema in esame.

2.3. Le strategie di ragionamento

Alcune ricerche hanno centrato l'attenzione sulle differenze tra inesperti ed esperti non per quanto riguarda gli aspetti «statici» della conoscenza, ossia la rappresentazione dei problemi, ma i suoi aspetti più «dinamici», ossia le strategie di soluzione dei problemi. Classico a questo proposito è il riferimento ad una ricerca di Larkin e colleghi [1980], che hanno utilizzato la tecnica del ragionamento ad alta voce per indagare le strategie di soluzione di problemi utilizzate da professori e da studenti del primo anno di fisica. Ai soggetti venivano presentati alcuni problemi di scarsa difficoltà, e venivano fornite alcune equazioni che potevano risultare utili per risolverli. Si trattava di equazioni presenti nei primi capitoli di un qualsiasi manuale di fisica elementare, quindi già note non solo ai professori ma anche agli studenti.

Nella soluzione dei problemi i professori, ossia gli esperti, hanno adottato una strategia di ragionamento «in avanti» (*forward*), hanno cioè seguito una serie di step successivi che li ha condotti dalla situazione iniziale (ossia i dati presentati nel problema) alla situazione finale (ossia l'obiettivo da raggiungere),

TAB. 7.2. Testo di un problema proposto a fisici esperti e inesperti, ed equazioni utili per la soluzione

È necessaria una quantità di tempo t perché un oggetto con una massa m percorra una distanza x lungo una linea retta. Una forza costante F viene applicata all'oggetto, nella direzione del movimento. Trova la velocità finale v dell'oggetto (cioè la sua velocità dopo aver percorso la distanza x).

Equazioni:

$$1. v = v_0 + at$$

$$2. x = (v_0 + v)t/2$$

$$3. x = v_0t + at^2/2$$

$$4. v^2 = v_0^2 + 2ax$$

$$5. F = ma$$

$$6. W = fx$$

$$7. W = (v^2 - v_0^2)m/2$$

Fonte: Lamberts e Pfeifer [1992].

come se l'intero processo di soluzione costituisse nella loro mente un'unica unità funzionale nella quale tutte le tappe sono collegate l'una all'altra in sequenza. Al contrario gli studenti, ossia gli inesperti, hanno adottato una strategia di ragionamento «all'indietro» (*backward*), che prevede un primo confronto della situazione iniziale con la situazione finale, l'adozione di una strategia che ha lo scopo di ridurre il divario tra le due situazioni, il raggiungimento di uno stato intermedio che viene nuovamente confrontato con quello meta per valutarne il divario e così via, in un processo di continuo confronto tra stato attuale e stato meta finché i due non finiscono per coincidere.

Per illustrare la differenza tra le due strategie si consideri il problema riportato nella tabella 7.2, insieme ad alcune equazioni utili per la soluzione [cfr. Lamberts e Pfeifer 1992]. In un ragionamento all'indietro il soggetto comincia col cercare un'equazione che contenga l'obiettivo finale, ossia v , insieme con un solo altro dato ignoto. Così potrebbe scegliere l'equazione 2, nella quale il secondo dato ignoto è v_0 . A questo punto v_0 diventa il nuovo sotto-obiettivo e si cerca un'equazione che lo contenga; si identifica così l'equazione 3, dove il secondo dato ignoto è a , e si applica l'equazione 5 per trovare a . A questo punto si sostituisce il valore di a nell'equazione 3 e così via fino a risalire all'equazione 2 e quindi giungere alla soluzione del problema. In un ragiona-

TAB. 7.3. *Caso clinico proposto al campione di cardiologi esperti nella ricerca di Patel e Groen [1986]*

Un maschio di 27 anni, disoccupato, è stato ricoverato in unità di terapia intensiva in quanto lamentava brividi e febbre da quattro giorni. La mattina del ricovero aveva misurato la temperatura, che risultava di 40° C. La febbre e i brividi erano accompagnati da sudorazione e da un senso di spossatezza. Lamentava anche mancanza di fiato quando cercava di salire due piani di scale nel suo appartamento. Il paziente ha anche riferito di aver avuto una transitoria cecità dell'occhio destro, durata circa 45 secondi, il giorno prima del ricovero.

All'esame obiettivo il giovane risultava avere un aspetto da tossicodipendente. La sua temperatura era di 41° C, il polso 120, pressione arteriosa 110/40. Le mucose erano rosa. All'esame degli arti si rilevavano ferite da puntura nella fossa antecubitale sinistra. Il paziente dichiarava di essere stato morso da un gatto a casa di un amico circa una settimana prima del ricovero. Non erano presenti altri segni patologici a livello cutaneo. L'esame del sistema cardiovascolare mostrava assenza di turgore giugulare, il polso era di 120 al minuto, ritmico, collassante e sincrónico. L'ito era presente, in sede. All'auscultazione del cuore si rilevava un soffio proto-diastolico di 2/6 sul focolaio aortico e il fundus rivelava un'emorragia a forma di fiamma nell'occhio sinistro. Non era presente splenomegalia. L'analisi delle urine mostrava presenza di numerosi globuli rossi ma assenza di cilindri ematici.

TAB. 7.4. *Sintesi di un protocollo della spiegazione fisiopatologica del caso offerta da un esperto*

I punti importanti sono l'insorgenza acuta di brividi e febbre in un disoccupato con ferite da puntura nella fossa antecubitale sinistra, indicanti un'alta probabilità di abuso di droga e quindi a rischio elevato di endocardite.

La storia della transitoria cecità di un occhio supporta l'ipotesi di un fenomeno embolico in partenza da una vegetazione di una valvola del cuore sinistro. Il fiato corto in caso di sforzo e il soffio proto-diastolico più l'elevata pressione arteriosa differenziale corroborano l'ipotesi di insufficienza aortica e quindi di endocardite della valvola aortica. La dimensione normale della milza indica un processo acuto. I risultati delle urine sono compatibili con un embolo renale. La storia dell'essere stato graffiato dal gatto pone il problema di una diagnosi differenziale con la febbre da graffio di gatto, ma non ci sono altri elementi a sostegno di questa ipotesi diagnostica.

Fonte: Patel e Groen [1986].

mento in avanti invece il soggetto non focalizza inizialmente l'attenzione sull'obiettivo da raggiungere e quindi sul dato ignoto, ma al contrario sui dati noti per derivare poi da questi quelli ignoti. Nel caso specifico il soggetto può, per esempio muovere da F e m noti e applicare l'equazione 5 per trovare a ; poi può sostituire a nell'equazione 3, trovare v_0 e applicare infine l'equazione 1.

La relazione tra prestazione competente e ragionamento in avanti è stata osservata anche in ambito medico, in una ricerca

effettuata da Patel e Groen [1986] su un campione di sette cardiologi. In questa ricerca veniva presentata ai soggetti la descrizione di un caso clinico non facile da diagnosticare, il cui testo è riportato nella tabella 7.3. Dopo la lettura del testo si chiedeva ai soggetti di dire ciò che ricordavano del testo stesso, di dare una diagnosi e di spiegare la patofisiologia del caso. Una sintesi del protocollo di un esperto, relativo a questa spiegazione, è riportata nella tabella 7.4. Il testo di questa spiegazione può essere sintetizzato sotto forma di una serie di regole condizionali del tipo: «Se c'è febbre, allora c'è infezione», dove l'antecedente è costituito da un fatto e il conseguente da una causa soggiacente. Anche se per molte di queste regole l'inversione di antecedente e conseguente determinerebbe una frase ugualmente plausibile (per esempio, «Se c'è infezione, allora c'è febbre»), questa inversione non è comparsa nel caso degli esperti che hanno fornito una diagnosi corretta. In altre parole chi ha risolto il problema correttamente ha effettuato un ragionamento in avanti, che ha preso le mosse dai sintomi per risalire alla fisiopatologia e quindi alla diagnosi. Chi invece non ha fornito una diagnosi corretta ha fatto ricorso ad un ragionamento all'indietro, che ha preso le mosse da un'ipotesi diagnostica («Il paziente ha un'infezione») per poi verificare man mano la presenza di sintomi che la potessero confermare (cfr. la fallacia dell'Affermazione della Conseguente, nel cap. 1).

I risultati di altre ricerche, sempre effettuate in ambito medico, inducono tuttavia a rivedere in parte l'affermazione secondo la quale il ragionamento degli esperti è sempre in avanti, e a precisare meglio le condizioni in cui questo tipo di ragionamento viene applicato. Patel, Arocha e Groen [1990] hanno presentato a medici esperti la descrizione di un caso che, a differenza di quello della ricerca di Patel e Groen [1986], includeva non solo l'informazione necessaria per giungere alla diagnosi, ma anche una certa quantità di informazione supplementare, irrilevante ai fini della diagnosi stessa. Di fronte ad un materiale-stimolo di questo tipo la strategia utilizzata dagli esperti è stata di tipo *forward* per quanto riguarda la formulazione della diagnosi principale, e di tipo *backward* per quanto riguarda l'esame, e l'eventuale inclusione a corollario della diagnosi, delle informazioni aggiuntive.

Il ricorso a una strategia mista *forward-backward* è stato osservato anche in una ricerca di Elstein, Shulman e Sprafka

[1978], nella quale veniva presentata solo una breve descrizione di diversi casi clinici e i soggetti, medici esperti e inesperti, dovevano raccogliere le informazioni che ritenevano necessarie per giungere ad una diagnosi attraverso un'interrogazione dei pazienti, che erano in realtà attori preparati a descrivere i sintomi della malattia da diagnosticare. In questo caso il comportamento degli esperti è stato di procedere inizialmente in avanti, formulando però non una ma due o tre diagnosi possibili, per poi procedere a verificare l'ipotesi che risultava adeguata sulla base delle informazioni raccolte interrogando i pazienti; in questa seconda fase del ragionamento è stata quindi adottata una strategia all'indietro.

I risultati finora ottenuti dalla ricerca in ambito medico sembrano dunque indicare che il ragionamento degli esperti è di tipo puramente *forward* quando sono disponibili sin dall'inizio tutte le informazioni necessarie per giungere ad una diagnosi. È invece di tipo «misto» *forward-backward* quando si dispone di informazioni ridondanti rispetto a quelle necessarie o quando è necessario procedere alla raccolta di ulteriori informazioni. Vale la pena di notare che queste ultime due condizioni sono sicuramente frequenti, se non prevalenti, nella normale attività del medico.

L'estensione della ricerca a problemi meno noti o complessi, per i quali gli esperti non dispongono già di conoscenze schematiche, ha confermato ulteriormente che anche gli esperti, e non solo gli inesperti, possono ricorrere a strategie di tipo misto o *backward*. Un contributo all'esame di questo tipo di problemi è stato offerto anche dalle ricerche sull'*expertise* nei domini delle scienze sociali (per esempio, la politica [cfr. Voss *et al.* 1983]); in questi domini infatti i problemi affrontati cambiano continuamente, in misura tale da rendere difficile il riferimento a conoscenze schematiche.

Anche quando gli esperti ricorrono a strategie miste o *backward* lo fanno in modo diverso rispetto agli inesperti. Anzitutto gli esperti possono scomporre un problema in più sottoproblemi, come avviene nella strategia *backward*, ma individuano solo pochi sottoproblemi e li organizzano in modo gerarchico; gli inesperti invece spesso giustappongono diversi sottoproblemi senza collegarli tra loro o organizzarli gerarchicamente. Un'altra differenza tra esperti e inesperti consiste nell'ampio spazio che i primi dedicano alla *valutazione* della soluzione, cioè a quel momento in cui si giudica se la soluzione proposta è davvero soddi-

sfacente: gli esperti, a differenza degli inesperti, mostrano in questa fase di essere in grado, se necessario, di tornare sui propri passi e di intraprendere eventualmente un percorso di ragionamento alternativo che si sia profilato come migliore.

In conclusione l'affermazione da cui siamo partiti, che cioè gli esperti ragionano in avanti, risulta corroborata da molti dati sperimentali, soprattutto nei casi di soluzione di problemi di *routine*, problemi che risultano semplici per un esperto e che rimandano ad una conoscenza schematica altamente proceduralizzata. Tuttavia, nei casi di problemi difficili o non facilmente riconducibili ad una tipologia nota – e questa può essere la norma in alcuni domini – le strategie utilizzate sono di tipo misto, o all'indietro, e comprendono una ricerca nello *spazio del problema* (cfr. cap. 3) che non sempre conduce direttamente alla soluzione. Nonostante ciò, come si è visto, le differenze tra esperti e inesperti rimangono, ma sono differenze più sottili, che riguardano la modalità di applicazione della strategia.

3. L'acquisizione dell'«expertise»

Dopo aver visto cosa significa essere esperti, è giunto il momento di chiederci in quanto tempo e come lo si diventa. A partire dai risultati di diverse ricerche si è giunti a formulare la cosiddetta regola dei 10 anni (*ten-year-rule*), in base alla quale occorrono in media almeno 10 anni di pratica in un dominio per acquisire una effettiva competenza in esso. Naturalmente non si esclude che strategie di insegnamento o apprendimento più o meno intenzionali possano avere un ruolo di accelerazione o rallentamento nel processo di acquisizione dell'*expertise*, ma si sottolinea che la pratica, e più precisamente l'esperienza di *problem solving* nel dominio, costituisce una componente imprescindibile. Questa posizione è d'altra parte in accordo con le acquisizioni sempre più consolidate in tema di ragionamento nella vita quotidiana, sulla scorta delle quali si è posto in evidenza l'enorme patrimonio di conoscenza che i soggetti acquisiscono attraverso la pratica (cfr. cap. 8). Apprendiamo più facilmente ciò che per noi è significativo, e nella vita quotidiana motivazioni e scopi di origine individuale e sociale solitamente abbondano. Ciò che vale per le competenze della vita quotidiana può essere esteso alle

competenze proprie di un dominio, e si può quindi assumere che motivazioni e scopi presenti nei primi anni di attività professionale siano più forti di quelli presenti nel corso di qualunque programma formativo.

3.1. Dalla struttura superficiale alla struttura profonda di un problema

Che l'acquisizione di *expertise* derivi da un programma formativo mirato, da esperienze casuali o (ciò che è più probabile) da una commistione dei due, si tratta comunque di capire in che modo avviene il passaggio dalla condizione di inesperto a quella di esperto. In questa prospettiva, è estremamente importante arrivare ad una descrizione più approfondita della struttura superficiale e della struttura profonda di un problema.

Si è visto che il riferimento alla struttura superficiale invece che alla struttura profonda di un problema è stato indicato come una delle componenti caratteristiche degli esperti rispetto agli inesperti (cfr. par. 2.2). Dopo aver messo in rilievo le *differenze* tra le due strutture, i ricercatori si sono proposti di capire le *relazioni* tra esse, perché ciò risulta essenziale per comprendere il passaggio dall'una all'altra. Un'indicazione in questo senso la si trova già nello studio citato di Chi, Glaser e Rees [1982], nel quale i soggetti di livello intermedio classificavano i problemi di fisica in base a principi, purché però tali principi fossero segnalati da indici di superficie. Ma la ricerca sui rapporti fra struttura superficiale e struttura profonda di un problema ha compiuto consistenti passi avanti soprattutto grazie allo sviluppo degli studi sul transfer analogico. Infatti è pur vero che per effettuare un transfer analogico da un problema all'altro è necessario astrarre dalle caratteristiche superficiali (di contenuto) dei due problemi. Tuttavia, perché si possa comunque cominciare a prendere in considerazione la possibilità di un'analogia, è necessario che siano individuabili almeno alcune similarità a livello di contenuto tra i due problemi (cfr. cap. 3).

Un esame più approfondito della questione si trova in una ricerca di Bassok [1990], che ha studiato la capacità di trasferire le procedure di soluzione di problemi di fisica o di finanza a problemi a questi isomorfi (cioè risolvibili nello stesso modo), ma diversi per contenuto in quanto formulati come problemi di alge-

TAB. 7.5. Esempi di problemi di fisica e di algebra utilizzati da Bassok [1990]

Problema di fisica

Qual è l'accelerazione (incremento di velocità al secondo) di un treno, se la sua velocità aumenta uniformemente da 15 m/s all'inizio del 1° secondo a 45 m/s alla fine del 12° secondo?

Problema di algebra (variabile intensiva)

Ogni dattilografa passa attraverso un periodo di «riscaldamento» durante il quale la sua velocità di scrittura aumenta regolarmente fino a raggiungere una velocità di scrittura standard. Jane inizia a battere ad una velocità di 40 parole al minuto, e dopo 12 minuti raggiunge la sua velocità di scrittura standard di 58 parole al minuto. Qual è l'incremento costante (al minuto) nella sua velocità di scrittura durante il periodo di riscaldamento?

Problema di algebra (variabile estensiva)

Juanita è entrata a lavorare come cassiera in una banca con uno stipendio di \$ 12.400 all'anno e ha ricevuto aumenti annuali costanti fino ad arrivare ad uno stipendio di \$ 16.000 durante il 13° anno di lavoro. Qual è il suo aumento annuale di stipendio?

bra. Bassok ha rilevato che le diverse caratteristiche superficiali dei vari problemi non impediscono ai soggetti di riconoscerne le analogie a livello di struttura profonda; tuttavia la capacità di transfer dal problema originario a quello isomorfo peggiora sensibilmente quando le differenze tra i problemi riguardano alcune particolari caratteristiche superficiali.

Si considerino i problemi riportati nella tabella 7.5. Sia il problema di fisica che i due problemi di algebra sono esempi di problemi basati sulla progressione aritmetica (che è tale se la differenza tra due termini limitrofi della progressione è costante), ossia su sequenze di termini che aumentano o diminuiscono in modo costante. Per questo motivo tutti e tre i problemi sono risolvibili utilizzando le stesse equazioni. Tuttavia i due problemi di algebra si differenziano tra loro perché uno (quello della dattilografa) contiene una variabile che segnala la presenza di una *quantità intensiva* e l'altro (quello della bancaria) contiene una variabile che segnala la presenza di una *quantità estensiva*. Per quantità intensiva si intende una quantità che si presenta sempre come rapporto e pertanto include due entità (per esempio, chilometri e ore nel caso della velocità in km/h). Per quantità estensiva si intende invece una quantità che normalmente include una sola entità (per esempio, patate o metri). La presenza in un problema di

una quantità dell'uno o dell'altro tipo può indurre i soggetti a percepire la possibilità di effettuare certe operazioni piuttosto che altre. Così, per esempio, le quantità estensive sono additive, nel senso che la quantità totale di due sacchi di patate corrisponde alla somma delle patate di ciascun sacco. Questo non vale per le quantità intensive; infatti non si può certo dire che la «velocità totale» di una macchina è di 50 km/h, se la macchina è andata per mezz'ora a 20 km/h e per un'altra mezz'ora a 30 km/h.

Il primo problema di algebra della tabella 7.5 presenta caratteristiche superficiali diverse rispetto al problema di fisica, ma le quantità da utilizzare nel calcolo per risolvere i due problemi sono dello stesso tipo, in quanto si tratta in entrambi i casi di quantità intensive (velocità in m/s e velocità di scrittura in parole/min). Il secondo problema di algebra si differenzia invece da quello di fisica anche perché il tipo di quantità cui si riferisce (dollari) rientra tra le quantità in genere percepite come estensive (anche se nel caso specifico si presenta in forma di rapporto, ossia dollari/anno).

I soggetti esaminati da Bassok sono stati in grado di trasferire la procedura di soluzione dal problema di fisica al primo problema di algebra, ma non dal problema di fisica al secondo problema di algebra. La diversità delle caratteristiche superficiali (fisica *vs.* algebra) non è stata dunque di ostacolo nel caso dei problemi con tipi di quantità simili, mentre lo è stata nel caso di problemi con tipi di quantità diversi. La conclusione di Bassok è che non tutte le caratteristiche superficiali avrebbero lo stesso peso nel processo di transfer; alcune (per esempio, quelle utili a identificare le quantità come intensive o estensive) sarebbero più importanti di altre in quanto svolgerebbero una funzione di «segnalazione» della struttura profonda del problema.

Questi ed altri risultati di ricerca inducono a vedere un *continuum*, invece che una dicotomia, tra riferimento alla struttura superficiale e riferimento alla struttura profonda nella comprensione e nella soluzione dei problemi. In questa prospettiva risulta semplicistica anche l'affermazione secondo la quale gli esperti si basano sulla struttura profonda e gli inesperti su quella superficiale. Alcuni dati di ricerca hanno indicato che sia esperti sia inesperti rilevano sia le caratteristiche superficiali sia quelle profonde. L'idea prevalente è che entrambe le caratteristiche siano accessibili alla mente degli esperti, ma che quelle profonde abbiano

la prevalenza su quelle superficiali. Se il soggetto non dispone delle conoscenze (schematiche) necessarie a cogliere la struttura profonda del problema, ricorrerà alle caratteristiche superficiali, perché l'uso dell'informazione a questo livello gli consentirà comunque di effettuare qualche inferenza e cominciare ad affrontare il problema [Ross e Bradshaw 1994].

Questa spiegazione può essere applicata in generale al comportamento degli inesperti, ma in alcuni casi anche al comportamento degli esperti, quando questi si trovino di fronte a problemi non facilmente riconducibili ad una tipologia nota. In questi casi gli esperti sarebbero comunque avvantaggiati rispetto agli inesperti, e questo per almeno due motivi:

a) perché hanno avuto esperienza di un maggior numero di problemi e quindi hanno maggiore probabilità di recuperare in memoria esempi precedenti con le stesse caratteristiche superficiali [*ibidem*];

b) perché hanno maggiore elasticità nel passare dalle caratteristiche superficiali a quelle profonde e viceversa. Un problema inizialmente affrontato in base alle sue caratteristiche superficiali potrebbe poi portare all'evocazione di caratteristiche profonde adeguate alla soluzione. È possibile tuttavia passare nuovamente dalle seconde alle prime ogniqualevolta ci si trovi in difficoltà.

3.2. Il percorso della formazione

Dati i collegamenti esistenti tra struttura superficiale e struttura profonda di un problema, ci si può chiedere su quale delle due debba maggiormente far leva un programma formativo volto a facilitare l'acquisizione dell'*expertise*. Formulata con altre parole, la questione rimanda ad un dilemma che spesso si pongono gli insegnanti quando fanno lezione o scrivono un libro di testo: è meglio insegnare principi astratti o fare esempi concreti? È meglio dare ai propri studenti soprattutto definizioni teoriche e principi generali di una materia, in modo che possano poi applicarli alle più diverse situazioni specifiche che si presenteranno nella loro vita professionale? Oppure è preferibile utilizzare esempi concreti, che si imprimano vividamente nella loro memoria e possano servire da riferimento per i problemi analoghi che incontreranno in seguito?

Alcune ricerche si sono proposte proprio di chiarire il ruolo che gli esempi concreti giocano nell'acquisizione dell'*expertise*. In una di queste ricerche [Ross e Kennedy 1990] alcune nozioni della teoria elementare della probabilità (per esempio, quella relativa alla probabilità che un evento accada almeno una volta su n prove indipendenti) sono state illustrate ai soggetti attraverso la presentazione di esempi, che consistevano nel testo di un problema da risolvere tramite il riferimento alla nozione in esame, e nella descrizione della procedura da seguire per risolvere il problema stesso. Successivamente sono stati proposti agli stessi soggetti altri problemi che potevano essere risolti facendo riferimento alle stesse nozioni della teoria della probabilità. Tuttavia, mentre a metà dei soggetti è stato detto a quale degli esempi visti in precedenza potevano ricollegarsi per affrontare meglio i problemi attuali, all'altra metà non è stata data un'analogia informazione. Infine tutti i soggetti hanno dovuto risolvere una seconda serie di problemi che richiedevano ancora il riferimento alle stesse nozioni. La prestazione ottenuta in questa seconda serie di problemi è risultata migliore nel gruppo di soggetti che nella fase precedente avevano avuto la segnalazione degli esempi a cui rifarsi. Questo significa che la possibilità di rifarsi agli esempi ha favorito in questi soggetti l'acquisizione di una conoscenza accessibile e utilizzabile anche in seguito, in assenza del richiamo ad esempi specifici.

La conclusione di Ross e Kennedy è che inizialmente il ricorso a esempi passati per la soluzione di problemi attuali è profondamente condizionato dalle caratteristiche superficiali di entrambi. Tuttavia, col passare del tempo, questo processo porta ad un accumularsi di più esempi di uno stesso principio, e quindi a quel processo di generalizzazione che costituisce la base per il passaggio dalla struttura superficiale a quella profonda, e quindi per l'acquisizione di una conoscenza facilmente accessibile e utilizzabile.

Secondo altri ricercatori il semplice accumularsi di più esempi nella mente del soggetto non conduce automaticamente alla costruzione della struttura profonda, che invece deve essere «facilitata» da stimoli adeguati. Così Cummins [1992] ha osservato che la messa in rilievo della struttura profonda risulta facilitata in soggetti ai quali veniva esplicitamente richiesto di identificare corrispondenze analogiche tra più problemi, rispetto a soggetti ai

quali veniva semplicemente richiesto di analizzare gli stessi problemi uno alla volta. In altre parole la richiesta esplicita di identificare analogie tra un esempio e un altro favorirebbe quel processo di astrazione che dalle caratteristiche superficiali, specifiche di un particolare problema, consente di risalire alle caratteristiche profonde, applicabili a più problemi, anche se di contenuto differente.

Le implicazioni pratiche di un progresso della ricerca in questo campo sono senz'altro notevoli: si pensi ai costi che ha per la comunità la trasmissione di *expertise* da una persona ad un'altra e agli svantaggi derivanti dalla possibilità, tutt'altro che rara, che tale *expertise* non si trasmetta da un soggetto all'altro, o che tutt'al più si trasformi per chi apprende in una «conoscenza inerte», astratta e poco utilizzabile nella soluzione dei problemi. Dalla ricerca possono emergere indicazioni sulla sequenza da seguire nel proporre conoscenze o situazioni-problema a chi si trova in fase di costruzione di una competenza in un dominio, così come sugli aiuti che maggiormente possono andare a segno perché coerenti con le esigenze di chi è in fase di apprendimento. Da quanto detto appare evidente, per esempio, l'opportunità di scegliere attentamente gli esempi e la loro sequenza, che potrebbe muovere da esempi che condividono tutte o quasi le caratteristiche superficiali, a esempi che condividono solo quelle rilevanti, a esempi infine che richiamano i precedenti solo nella loro struttura profonda.

4. Conclusioni

La ricerca sull'*expertise* in diversi domini di conoscenza ha messo in luce alcune differenze di fondo tra esperti e inesperti. Si è posto in evidenza che gli esperti organizzano le informazioni in pattern significativi e utilizzano in questo modo più efficacemente la memoria a breve termine, rappresentano i problemi sulla base della loro struttura profonda e utilizzano il ragionamento in avanti durante la soluzione di problemi. Questa descrizione sembra appropriata alla cosiddetta *expertise di routine*: è la competenza acquisita e mostrata da coloro che hanno affrontato e continuano ad affrontare problemi molto simili tra loro. L'estensione della ricerca a domini nei quali i problemi sono difficilmente schema-

tizzabili, nonché a problemi più difficili e nuovi anche per gli esperti, ha consentito di delineare le caratteristiche anche della cosiddetta *expertise adattiva*. Si è visto così che di fronte a problemi inusuali gli esperti sono comunque avvantaggiati rispetto agli inesperti, e tale vantaggio consiste nella maggiore flessibilità nel passare dalla struttura superficiale a quella profonda di un problema e viceversa, così come nell'adottare strategie di ragionamento che procedano in avanti dove questo è possibile, ma che consentano anche di valutare la correttezza della soluzione proposta e di tornare sui propri passi ove ciò si renda necessario. L'approfondimento delle relazioni esistenti tra struttura superficiale e struttura profonda dei problemi, favorito dallo sviluppo delle ricerche sul transfert analogico, offre indicazioni sull'acquisizione di entrambi i tipi di *expertise* e sugli interventi formativi che possono favorirla.