

Introduzione al problem solving

1

Outline

- Perché è utile studiare il problem solving?
- Come le persone risolvono i problemi?
 - Introduzione alle teorie del problem solving umano tramite esempi - ricerca associata
- Problemi aperti/mal definiti e *problem finding*
- Cosa differenzia un risolutore esperto da uno inesperto?

2

Perché studiare il problem solving?

- Analisi della relazione tra individuo e ambiente nell'ambito di attività complesse orientate a scopi
 - Paradigma dell'attività intelligente e adattiva
- Analisi dell'interazione tra processi cognitivi di base (attenzione, memoria, ragionamento)
 - Ruolo funzionale di questi processi nell'attività complessa orientata scopi
- Rilevanza applicativa (istruzione, ricerca, ambito tecnico e sociale, problemi quotidiani...)

3

Cos'è il problem solving?

4

Cos'è il problem solving?

“Un problema sorge quando un essere vivente ha uno scopo ma non sa come raggiungerlo. Qualora non sia possibile agire per passare dalla situazione data a quella ambita, c'è il ricorso al pensiero ... Il pensiero ha il compito di progettare qualche azione che possa mediare tra la situazione esistente e quella ambita” (Dunker, 1945)

“Il problem solving si definisce come qualunque sequenza di operazioni cognitive orientate a scopi” (Anderson, 1980)

Anderson (2000): distinzione tra **primi tentativi di soluzione e successive prove** (dopo l'apprendimento della soluzione), che non sono considerate problem solving, ma **applicazione della consocenza appresa**

5

Soluzioni e procedure di soluzione

- Una distinzione importante è quella tra soluzione e procedura di soluzione; entrambe possono essere note o ignote:

		PROCEDURA	
		NOTA	IGNOTA
SOLUZIONE	NOTA	Non è un problema	Problema
SOLUZIONE	IGNOTA	Esercizio	Problema

6

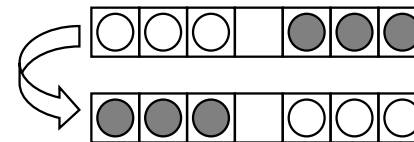
Soluzioni e procedure di soluzione

- Soluzione ignota, anche se in parte definita ($x = \#$), procedura nota → Esercizio
 - $3(X + 4) + X = 21$
 - $X = ?$

7

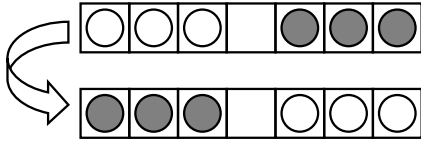
Soluzioni e procedure di soluzione

- Soluzione nota e procedura ignota



8

Esempio: Dots (Toads & Frogs)



- Un cerchio si può spostare solo su una cella vuota adiacente
- Un cerchio può saltare solo un cerchio di colore diverso
- I cerchi bianchi si muovono solo verso destra, i cerchi grigi solo verso sinistra

9

Soluzioni e procedure di soluzione

- Soluzione ignota e procedura ignota
 - Decidere come impiegare il tempo di 2 ore causato da un ritardo del treno che state aspettando

10

Definizioni

- Stato Iniziale
- Stato Finale
- Operatore
- Vincolo/Regola

11

Classificazione dei problemi

- Ben strutturati vs. mal strutturati:
 - Dots vs. Tempo da impiegare

12

Classificazione dei problemi

- Ricchi vs. poveri di conoscenza
 - Conoscenza necessaria alla (prima) soluzione
 - Problema matematico vs. nuovo gioco
 - Strategie generali vs. specifiche
- Semanticamente ricchi vs. poveri
 - Conoscenza ed *expertise* accumulabile dal solutore
 - Il caso degli scacchi

13

Classificazione dei problemi

- Insight vs. non insight
 - Ristrutturazione o ricerca della soluzione?

C'è un cassetto pieno di calze nere e blu. Ogni 4 calze nere ci sono 5 calze blu. La stanza è buia, la luce è spenta e non posso accenderla. Quante calze devo estrarre dal cassetto per essere sicuro di averne preso un paio dello stesso colore?

- Singolo passo vs. passi multipli
 - Dots vs. calza

14

Come si risolvono i problemi?

15

Come si risolvono i problemi?

- Per prove ed errori
- Per 'illuminazione' improvvisa (insight)
- 'Cercando' una soluzione
- In modo analogo a quanto fatto in passato
- Usando una combinazione di metodi

16

Come si risolvono i problemi?

- Per prove ed errori
- Per 'illuminazione' improvvisa (insight)
- 'Cercando' una soluzione
- In modo analogo a quanto fatto in passato
- Usando una combinazione di metodi

17

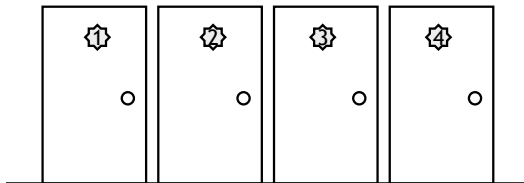
Per prove ed errori

- Thorndike e gli esperimenti sui gatti
 - La legge dell'effetto
- Un metodo debole: prove ed errori
- Memorizzare le risposte (prove) e gli esiti
 - *Rote learning*

18

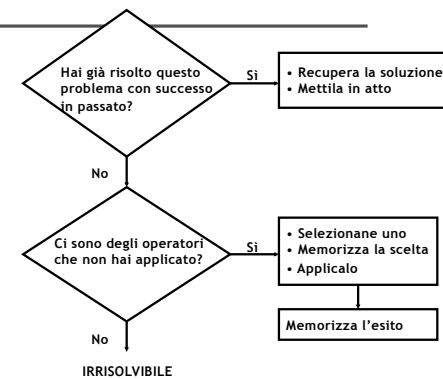
Per prove ed errori

- Solo una porta conduce all'uscita
- Più tentativi a disposizione

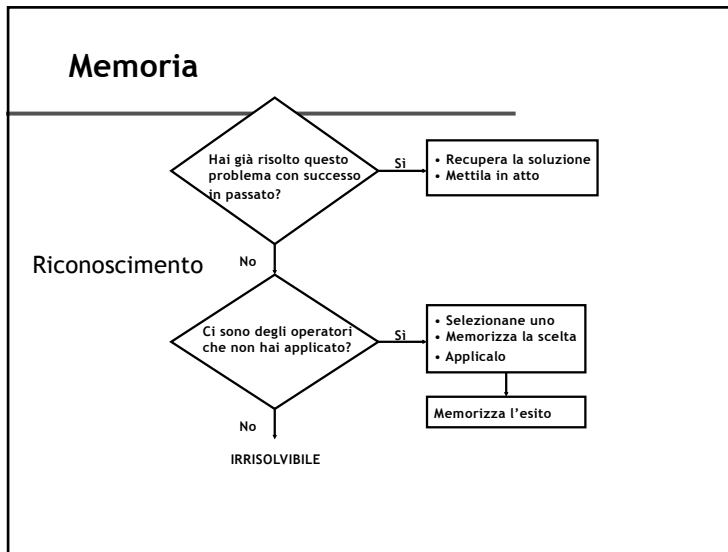


19

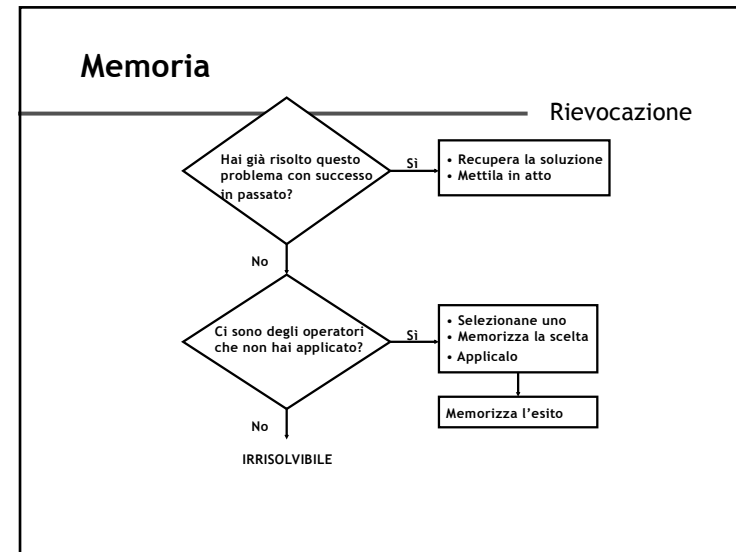
Rote learning



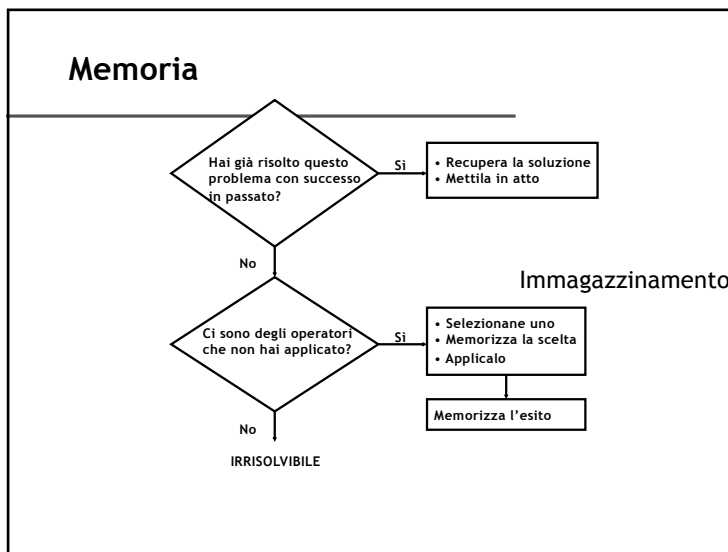
20



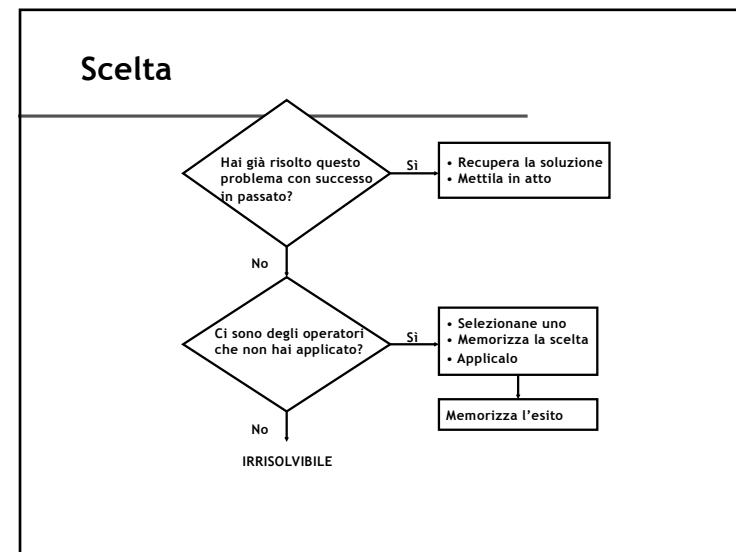
21



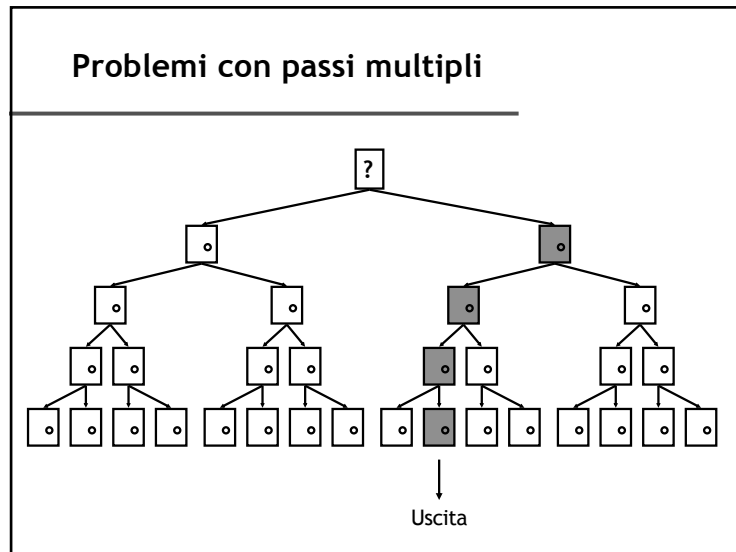
22



23



24



25

Metodo per prove ed errori

- Soggetto alla fallibilità della memoria
- Si utilizza quando:
 - E' possibile memorizzare la sequenza corretta di mosse (vedi punto precedente)
 - Altri metodi sono inapplicabili/inefficienti

26

Apprendimento per prove ed errori

- Basi neurali apprendimento per prove ed errori?

27

Apprendimento per prove ed errori

- Ippocampo e lobi temporali (riconoscimento e rievocazione, apprendimento esplicito)
- Nuclei della base, cervelletto, aree corticali motorie (componenti procedurali e motorie)

Images: Society for Neuroscience

28

Come si risolvono i problemi?

- Per prove ed errori
- Per 'illuminazione' improvvisa (insight)
- 'Cercando' una soluzione
- In modo analogo a quanto fatto in passato
- Usando una combinazione di metodi

29

Gestalt

- Processi riproduttivi vs. produttivi
- Insight - Ristrutturazione del problema
- Fissità funzionale
- Meccanizzazione

30

Gestalt

- Processi riproduttivi
 - Si cerca di risolvere il problema utilizzando metodi che hanno funzionato in passato
- Processi produttivi
 - Comprensione della struttura sottostante il problema, che permette di individuare una soluzione nuova

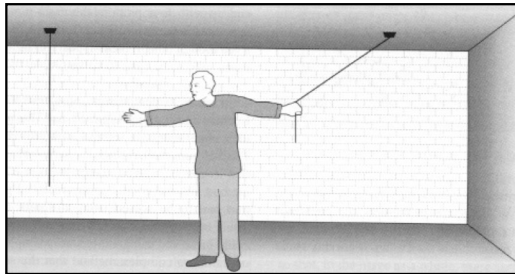
31

Gestalt

- Insight
 - Stato soggettivo di 'illuminazione improvvisa': "Aha!" "Eureka!"
 - Inizialmente il problema viene percepito in modo tale da ostacolare la ricerca (o la percezione) della soluzione
- Ristrutturazione del problema
 - La ristrutturazione conduce ad una diversa percezione del problema
 - Divengono evidenti aspetti o relazioni che prima non si percepivano (o che restavano in secondo piano) e che permettono di risolvere il problema

32

Le due funi di Maier (1931)



Unire le funi

33

Le due funi di Maier

- Due aiuti:
 - Lo sperimentatore urta una fune
 - Lo sperimentatore dà le pinze
- Risultati:
 - L'aiuto facilita l'insight
 - Il soggetto non sembra essere consapevole del fatto che lo sperimentatore ha fornito un aiuto (urtando la fune)
 - Risultati replicati in contesti più controllati (Knoblich & Wartenberg, 1998)

34

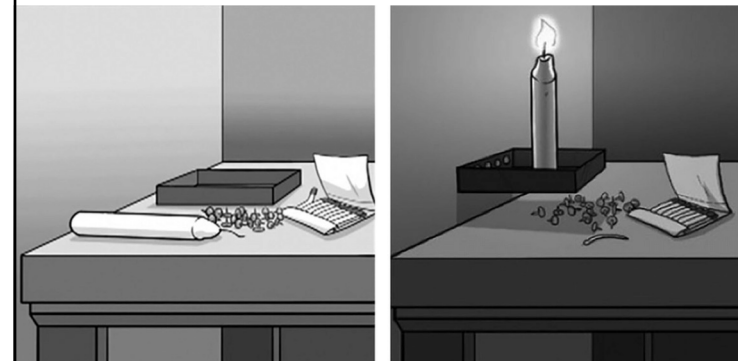
Il problema della candela (Dunker, 1926, 1945)



Appendere la candela al muro e accenderla senza farla gocciolare sulla tavola

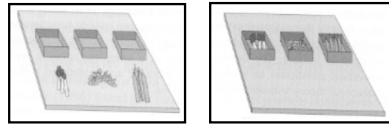
35

Il problema della candela (Dunker, 1926, 1945)



36

Il problema della candela



A

B

- Maggiore frequenza di successi in A
- Anche in condizione neutra (scatole piene di bottoni), bassa frequenza successi
- Difficoltà a ri-concettualizzare la funzione di un oggetto (effetto accentuato dal contesto)
 - La proprietà 'supporto' delle scatole è 'oscurata' dalla proprietà 'contenitore'

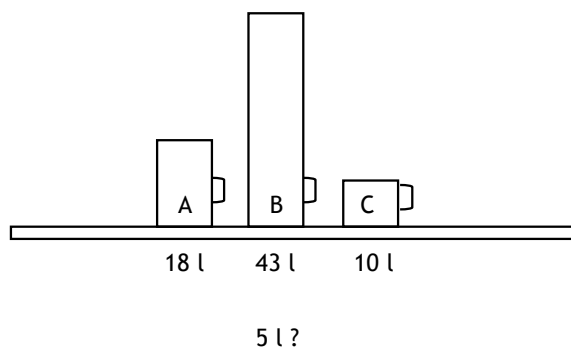
37

Fissità funzionale

- Tendenza a percepire gli oggetti come utilizzabili solo per una certa funzione (preminente o suggerita al contesto)
- Un'altra possibile funzione, utilizzabile per risolvere il problema, non è evidente al solutore

38

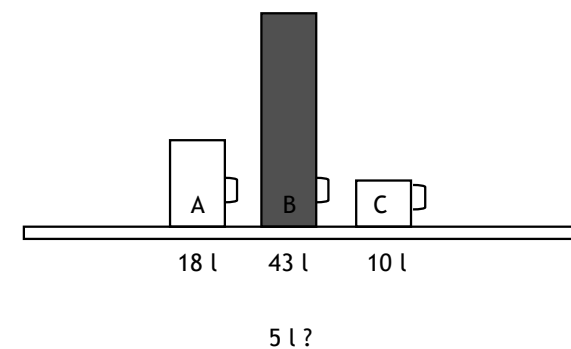
Contenitori d'acqua - Problema 1



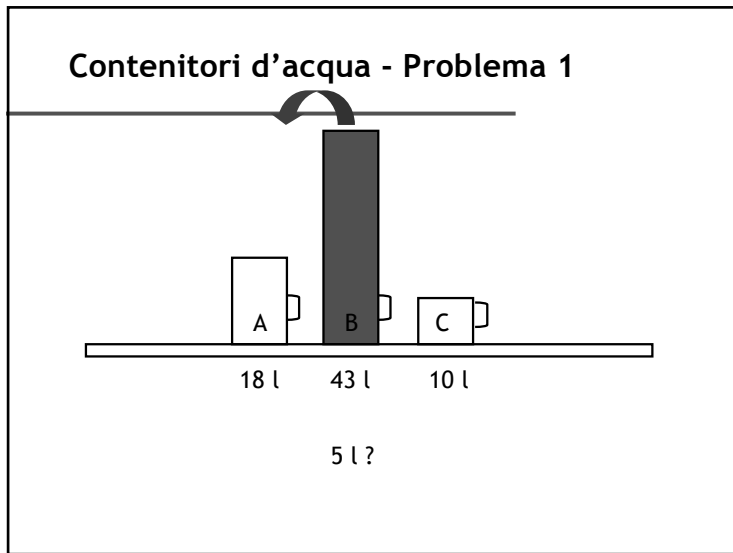
Ottenere la quantità voluta in uno dei contenitori, attraverso travasi

39

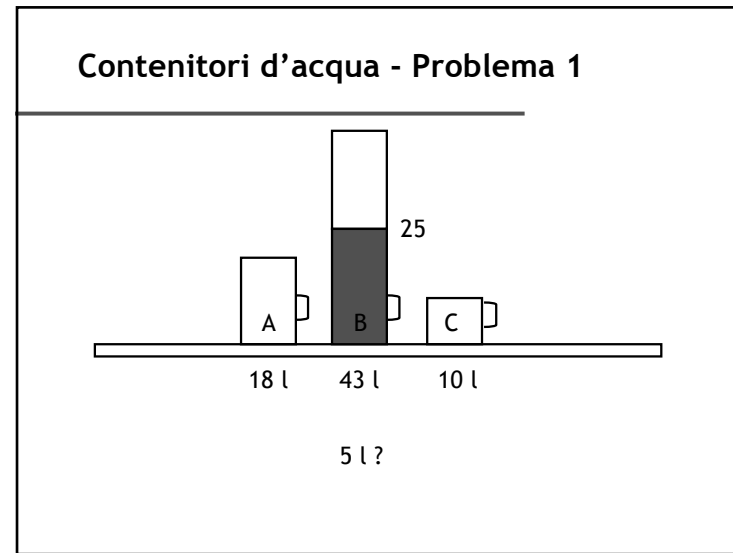
Contenitori d'acqua - Problema 1



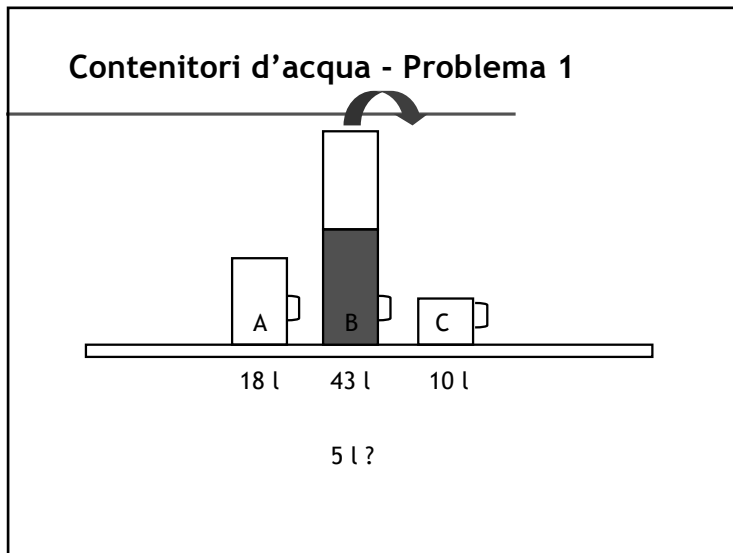
40



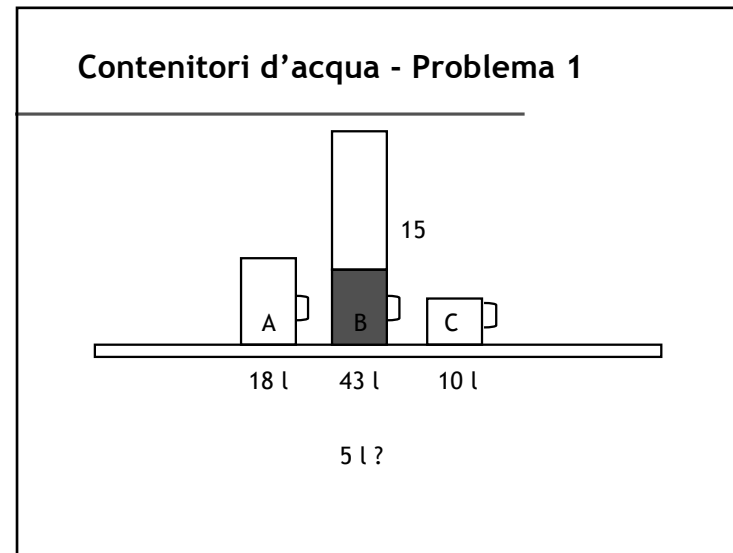
41



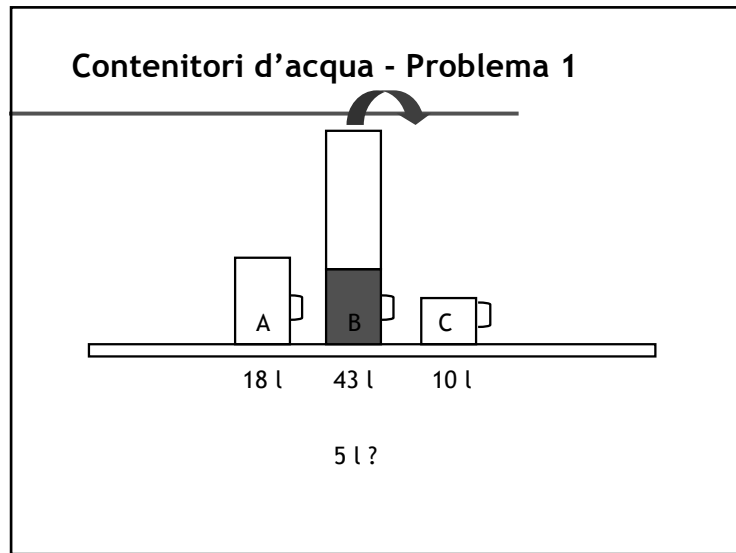
42



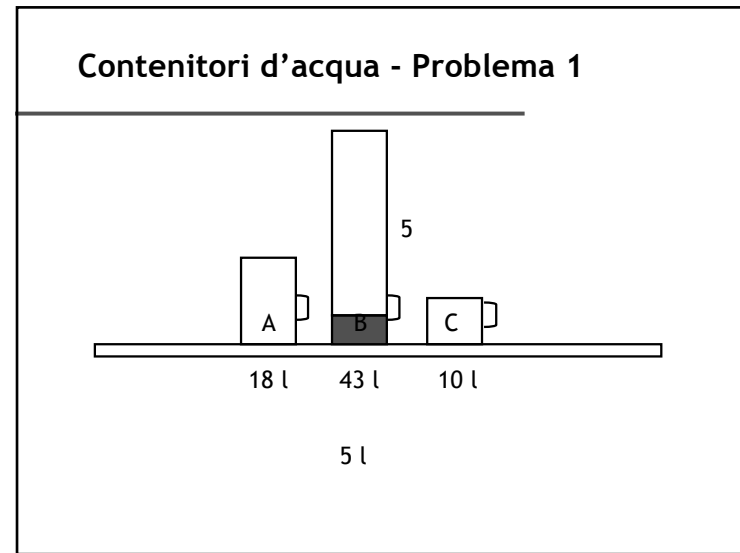
43



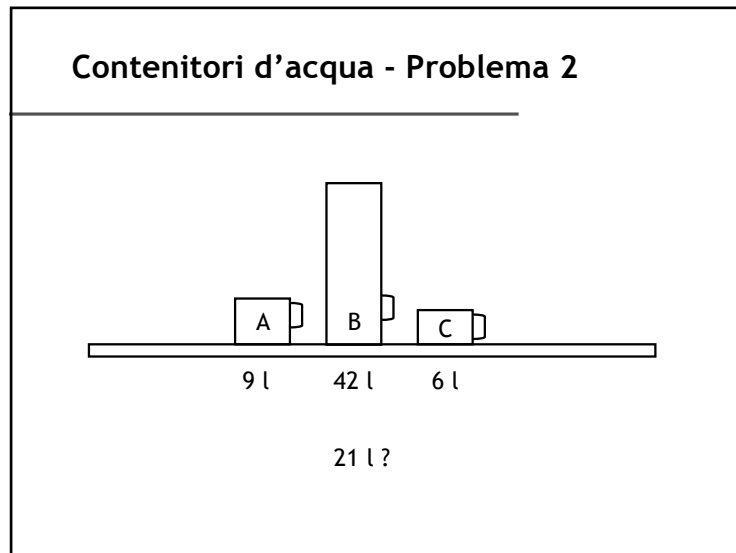
44



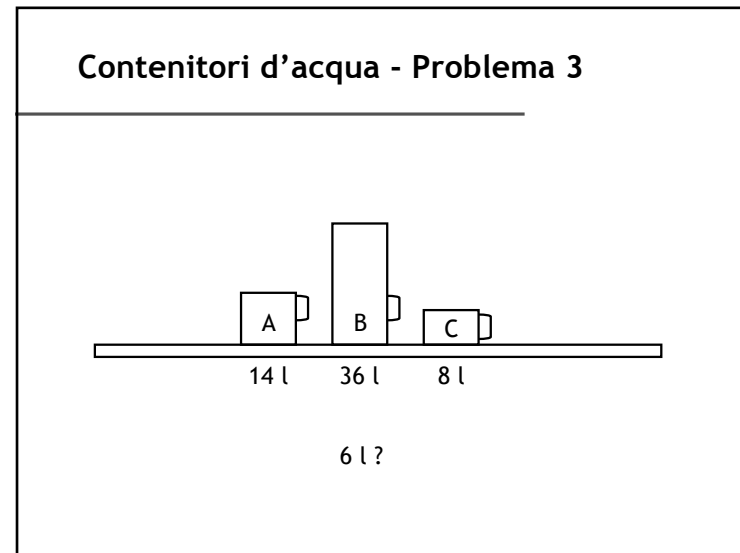
45



46

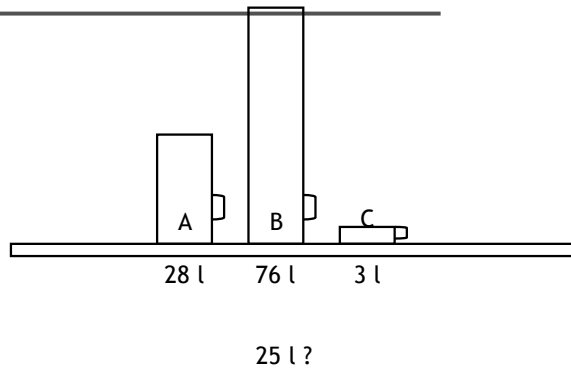


47



48

Contenitori d'acqua - Problema 4



49

Meccanizzazione (Luchins & Luchins, 1959,1991)

- B-A-2C (primi 3). Cambiamento regola nell'ultimo problema: A-C (applicabile anche in problema 3)
- Il gruppo sperimentale (serie di problemi) ha maggiore difficoltà nei problemi test rispetto al gruppo di controllo
- Transfer (negativo) della procedura appresa sulla soluzione di nuovi problemi

50

Gestalt

- Meccanizzazione (Einstellung)
 - Utilizzo di procedure apprese e stereotipate, anche quando ci sono modi più efficienti di risolvere il problema

51

Basi neurali insight

- Basi neurali insight:
 - Ancora non ben definite, sembra ci sia un coinvolgimento dei lobi frontali, probabilmente con lateralizzazione destra (crf. Shallice & Cooper, 2011)



52

Come si risolvono i problemi?

- Per prove ed errori
- Per 'illuminazione' improvvisa (insight)
- 'Cercando' una soluzione
- In modo analogo a quanto fatto in passato
- Usando una combinazione di metodi

53

Teoria dello spazio problemico

- **Comprensione**
 - Fase nella quale si costruisce una rappresentazione del problema a partire da varie fonti (istruzioni, esperienza passata, disponibilità di artefatti esterni, ...)
 - Si definiscono quindi gli stati iniziali e finali, i possibili operatori e i vincoli che il dominio pone sull'applicazione degli operatori
- **Rappresentazione**
 - IGOR
 - Initial state
 - Goal state
 - Operators
 - Restrictions

54

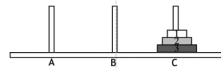
Torre di Hanoi - ToH

• Rappresentazione

- Stato iniziale



- Stato finale



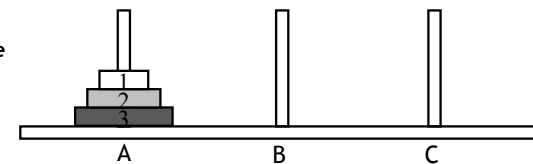
- Operatori = mosse dei dischi

▪ Vincoli

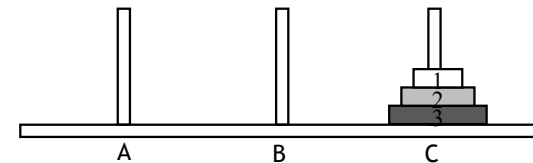
1. Si può muovere solo un disco alla volta.
2. Si può muovere solo un disco in cima al rispettivo piolo.
3. Non si può mettere un disco più grande sopra a un disco più piccolo.

55

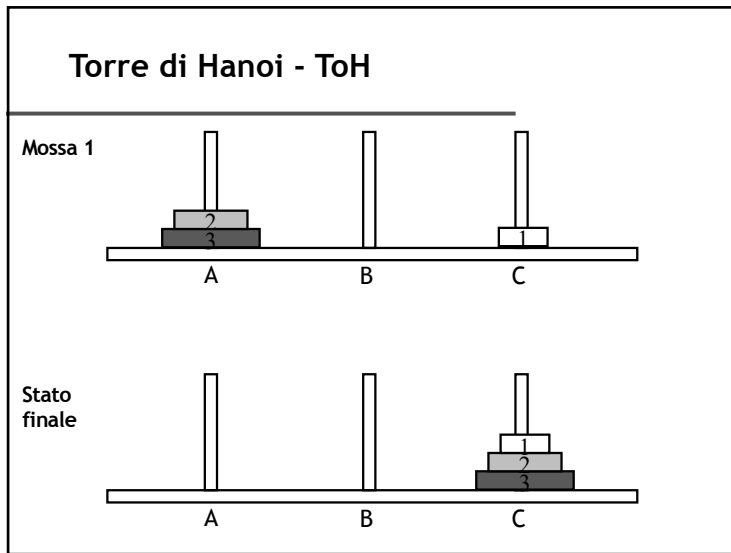
Stato
iniziale



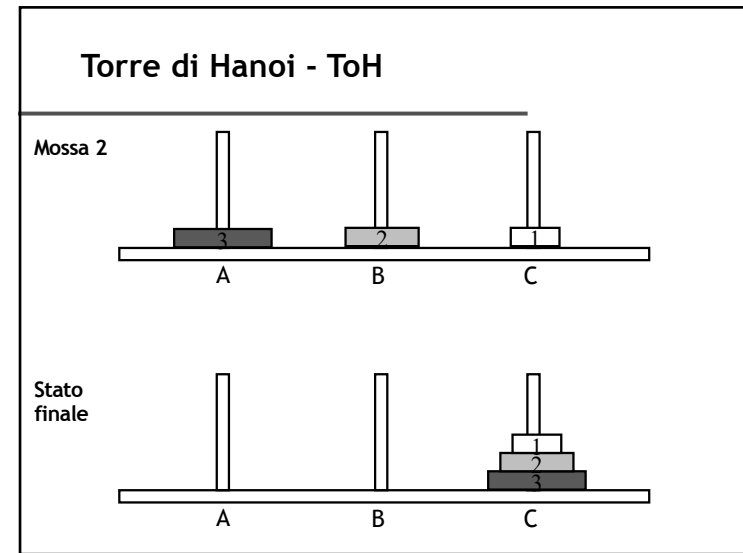
Stato
finale



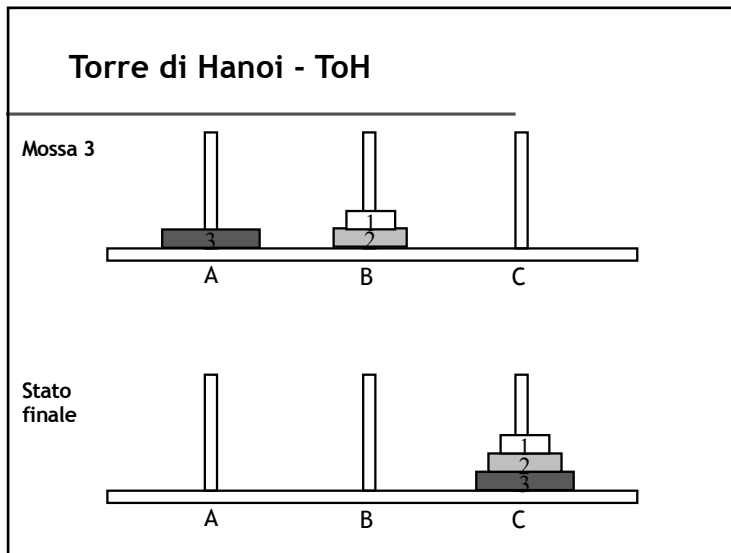
56



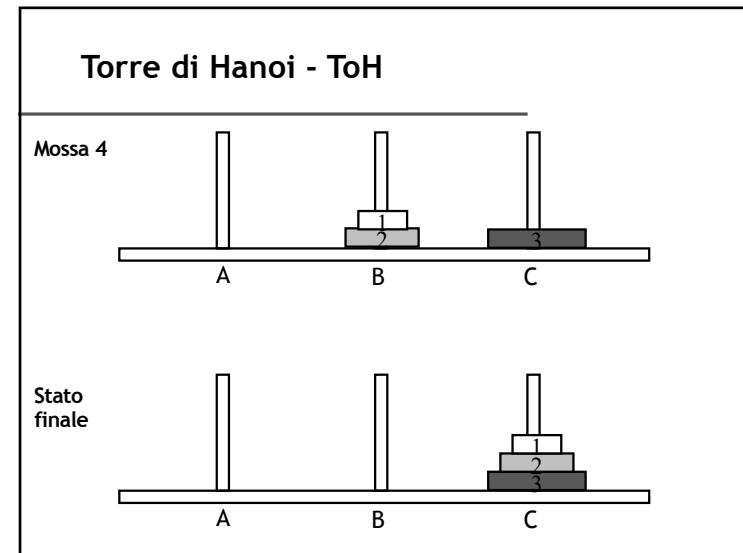
57



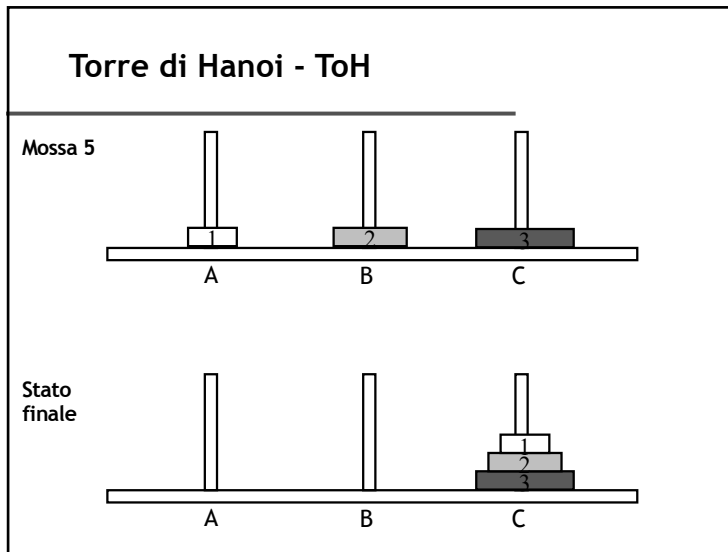
58



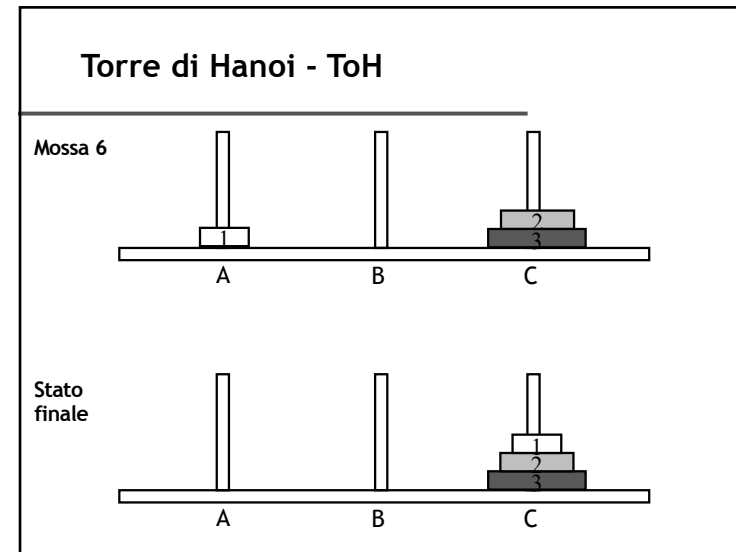
59



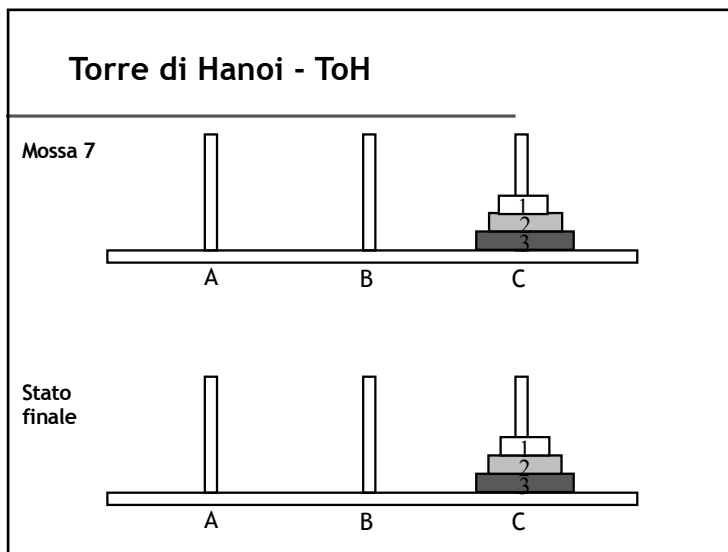
60



61



62

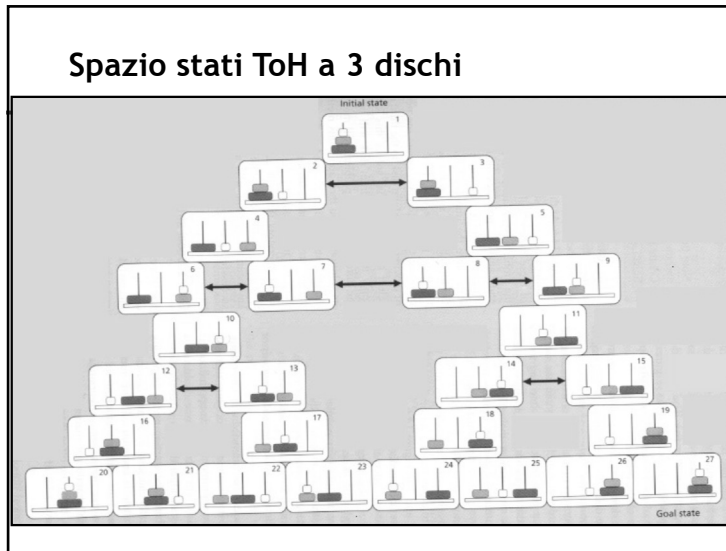


63

Teoria dello spazio problematico

- Spazio degli stati
 - Consideriamo la struttura del problema. A partire dallo stato iniziale, applichiamo tutti gli operatori legali e otteniamo tutti gli stati che è possibile raggiungere. Poi facciamo lo stesso ricorsivamente, sugli stati via via generati. Alla fine otterremo uno spazio che contiene tutti gli stati del problema che sono raggiungibili applicando gli operatori disponibili

64

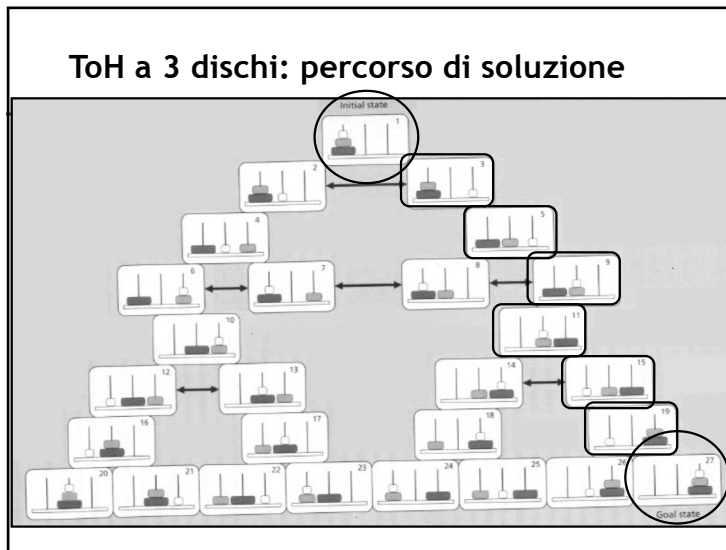


65

Teoria dello spazio problematico

- **Spazio di ricerca**
 - E' il sottoinsieme dello spazio problematico (rappresentazione dello spazio degli stati) che contiene gli stati nei quali il solutore effettivamente opera per cercare la soluzione
- **Ricerca della soluzione**
 - Fase nella quale si cerca un percorso che conduca dallo stato iniziale allo stato finale
 - Richiede che ci si rappresenti mentalmente (di solito incrementalmente) alcune possibili opzioni (sequenze di stati o semplici stati futuri), conseguenti all'applicazione simulata degli operatori legali
 - La rappresentazione dello stato corrente è facilitata da artefatti come modellini o *display* interattivi
 - Quella degli stati futuri può essere facilitata dall'uso di diagrammi su carta o aiuti interattivi

66




67

Euristiche di ricerca (in psicologia)

- **Euristiche**
 - Le euristiche non garantiscono di trovare la soluzione, ma molto spesso sono in grado di trovarla (o di trovarne una adeguata) in tempi ridotti (e con sforzo ridotto) rispetto a procedure di ricerca esaustiva (che nel mondo reale sono spesso inapplicabili)
- **Euristiche di ricerca:**
 - **Riduzione della distanza**
 - Analisi mezzi-fini
 - Hill-climbing

68

Analisi mezzi fini

- Si tratta di stabilire dei sottoscopi da raggiungere nel cammino verso la meta
- Si procederà poi cercando di costruire un piano per raggiungere ciascun sottoscopo
- Conseguire la laurea
 - Scegliere un corso di studi e iscriversi
 - Fare gli esami 
 - Preparare la tesi di laurea
 - Sostenere l'esame di laurea

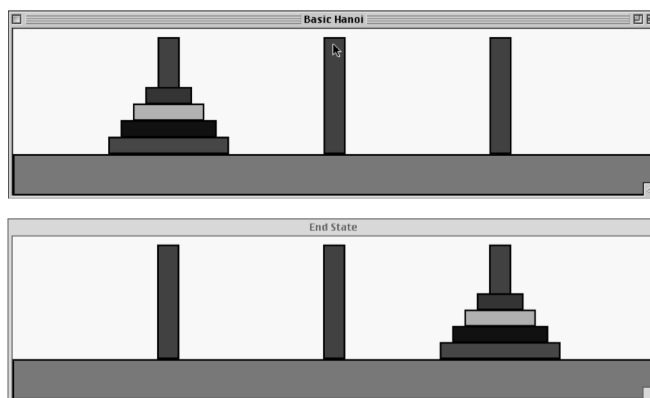
69

Analisi mezzi fini

- Fare gli esami
 - Definire una sequenza
 - Fare il primo esame
 - Seguire le lezioni e prendere appunti
 - Studiare gli appunti e il manuale
 - Presentarsi all'appello e rispondere alle domande
 - Oppure
 - Studiare gli appunti e il manuale
 - Presentarsi all'appello e rispondere alle domande

70

Torre di Hanoi (ToH)



71

Sviluppo di strategie di soluzione

- Sviluppo progressivo di strategie di soluzione (Anzai & Simon, 1979 - VanLehn, 1991)
- Utilizzo dell'analisi mezzi-fini (sottoscopi) e del ragionamento *backward*
- Strategia "goal recursion" (un tipo di analisi mezzi fini):
 - Per muovere la piramide(k) da A a C
 - Muovi la piramide($k-1$) da A a B
 - Muovi il disco(k) da A a C
 - Muovi la piramide($k-1$) da B a C

72

Goal recursion

Scopi Memorizzati
Muovi la piramide(4) da A a C

73

Goal recursion

Per muovere la piramide(4) da A a C Scopi Memorizzati

Muovi la piramide(3) da A a B	1	←	Muovi la piramide(4) da A a C
Muovi il disco(4) da A a C	2		
Muovi la piramide(3) da B a C	3		

74

Goal recursion

Per muovere la piramide(4) da A a C Scopi Memorizzati

Muovi la piramide(3) da A a B	—————	←	Muovi la piramide(3) da A a B
Muovi il disco(4) da A a C	—————		Muovi il disco(4) da A a C
Muovi la piramide(3) da B a C	—————		Muovi la piramide(3) da B a C

75

Goal recursion

Per muovere la piramide(3) da A a B Scopi Memorizzati

Muovi la piramide(2) da A a C	1	←	Muovi la piramide(3) da A a B
Muovi il disco(3) da A a B	2		Muovi il disco(4) da A a C
Muovi la piramide(2) da C a B	3		Muovi la piramide(3) da B a C

76

Goal recursion (da qui)

Per muovere la piramide(3) da A a B

Muovi la piramide(2) da A a C	_____	Muovi la piramide(2) da A a C
Muovi il disco(3) da A a B	_____	Muovi il disco(3) da A a B
Muovi la piramide(2) da C a B	_____	Muovi la piramide(2) da C a B

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

77

Goal recursion

Per muovere la piramide(2) da A a C

Muovi il disco(1) da A a B	1	Muovi la piramide(2) da A a C
Muovi il disco(2) da A a C	2	Muovi il disco(3) da A a B
Muovi il disco(1) da B a C	3	Muovi la piramide(2) da C a B

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

78

Goal recursion

Per muovere la piramide(2) da A a C

Muovi il disco(1) da A a B	_____	Muovi il disco(1) da A a B
Muovi il disco(2) da A a C	_____	Muovi il disco(2) da A a C
Muovi il disco(1) da B a C	_____	Muovi il disco(1) da B a C

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(3) da A a B
- Muovi la piramide(2) da C a B
- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

79

Goal recursion

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(1) da A a B
- Muovi il disco(2) da A a C
- Muovi il disco(1) da B a C
- Muovi il disco(3) da A a B
- Muovi la piramide(2) da C a B
- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

80

Goal recursion

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(2) da A a C
- Muovi il disco(1) da B a C
- Muovi il disco(3) da A a B
- Muovi la piramide(2) da C a B
- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

81

Goal recursion

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(1) da B a C
- Muovi il disco(3) da A a B
- Muovi la piramide(2) da C a B
- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

82

Goal recursion

Scopi Memorizzati

- Muovi il disco(3) da A a B
- Muovi la piramide(2) da C a B
- Muovi il disco(4) da A a C
- Muovi la piramide(3) da B a C

83

Goal recursion

Per muovere la piramide(2) da C a B

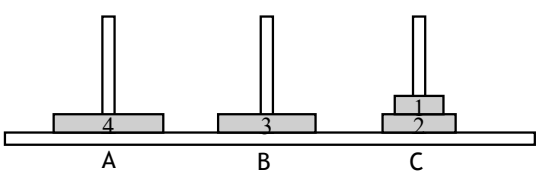
Muovi il disco(1) da C a A	1	Muovi la piramide(2) da C a B
Muovi il disco(2) da C a B	2	Muovi il disco(4) da A a C
Muovi il disco(1) da A a B	3	Muovi la piramide(3) da B a C

84

Goal recursion

Per muovere la piramide(2) da C a B

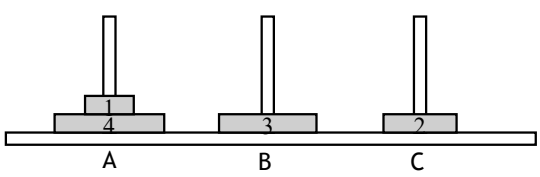
Muovi il disco(1) da C a A		Scopi Memorizzati
Muovi il disco(2) da C a B		Muovi il disco(1) da C a A
Muovi il disco(1) da A a B		Muovi il disco(2) da C a B
		Muovi il disco(1) da A a B
		Muovi il disco(4) da A a C
		Muovi la piramide(3) da B a C



85

Goal recursion

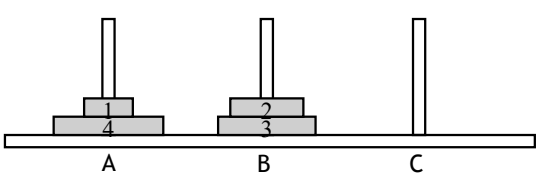
		Scopi Memorizzati
		Muovi il disco(1) da C a A
		Muovi il disco(2) da C a B
		Muovi il disco(1) da A a B
		Muovi il disco(4) da A a C
		Muovi la piramide(3) da B a C



86

Goal recursion

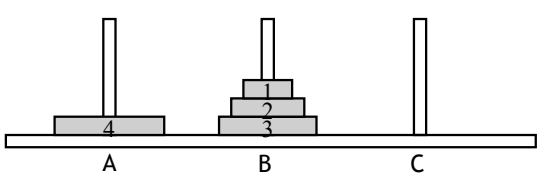
		Scopi Memorizzati
		Muovi il disco(2) da C a B
		Muovi il disco(1) da A a B
		Muovi il disco(4) da A a C
		Muovi la piramide(3) da B a C



87

Goal recursion

		Scopi Memorizzati
		Muovi il disco(1) da A a B
		Muovi il disco(4) da A a C
		Muovi la piramide(3) da B a C



88

Goal recursion

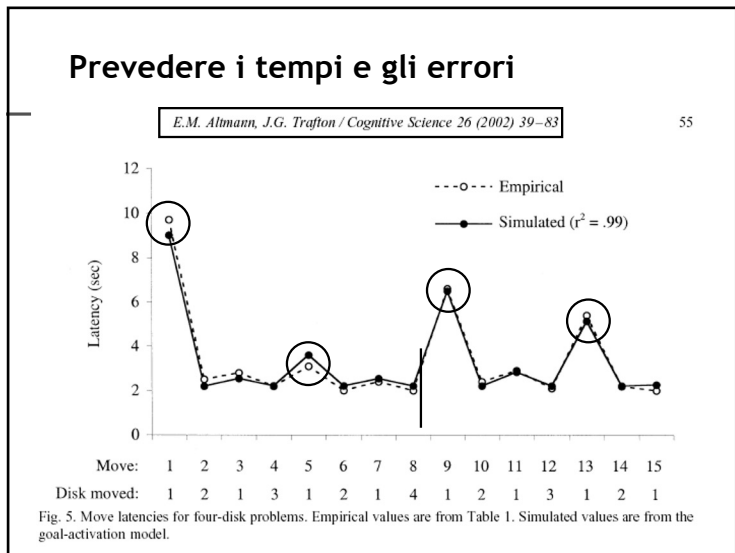
Scopi Memorizzati
Muovi il disco(4) da A a C
Muovi la piramide(3) da B a C

89

Goal recursion

Scopi Memorizzati
Muovi la piramide(3) da B a C
...

90



91

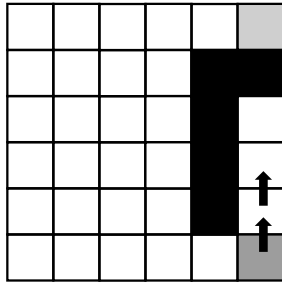
Hill climbing

- Si procede sempre scegliendo l'operatore che ci avvicina alla meta (senza porre sottoscopi)

92

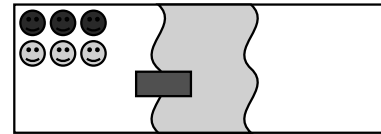
Hill climbing ... talvolta può fallire

- Si procede sempre scegliendo l'operatore che ci avvicina alla meta (senza porre sottoscopi)

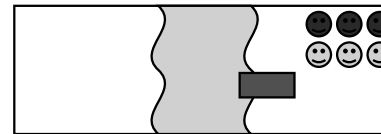


93

Hobbit e Orchi



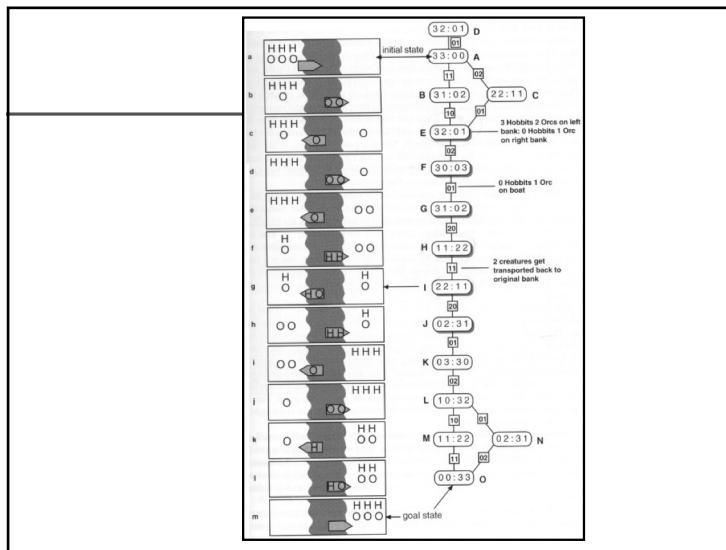
Portare tutti sulla riva destra.



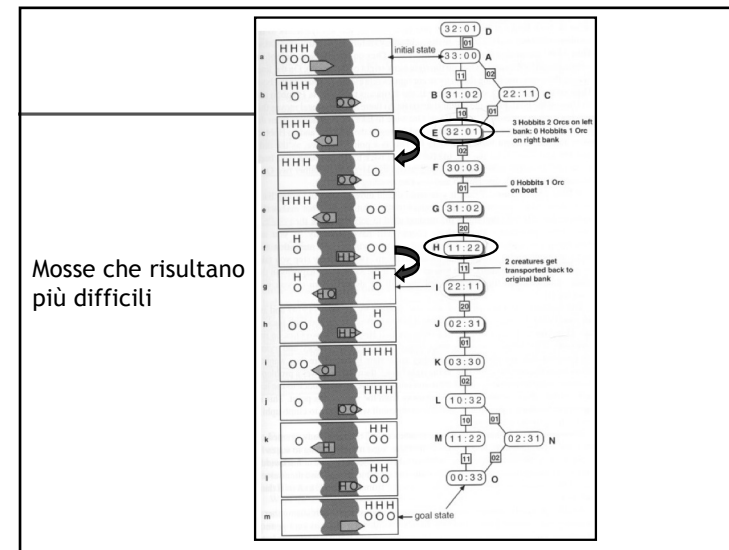
Due persone al massimo sulla barca, che poi va riportata sull'altra riva da qualcuno.

Se ci sono più orchi che hobbit, gli orchi si mangiano gli hobbit.

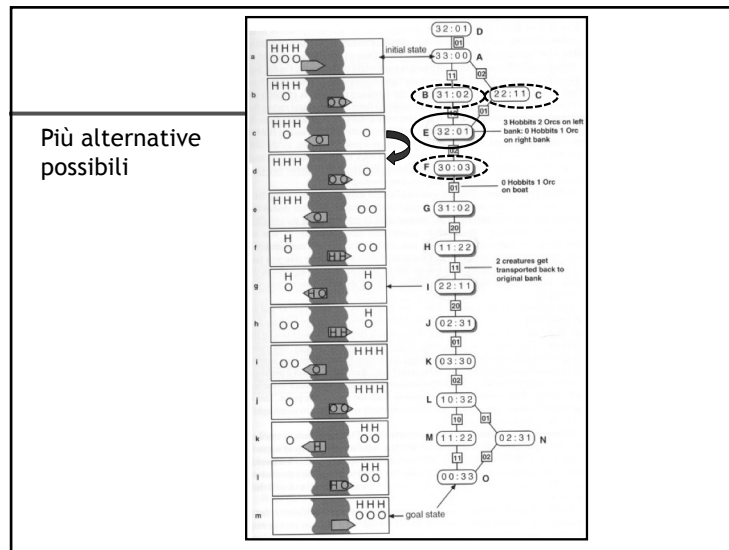
94



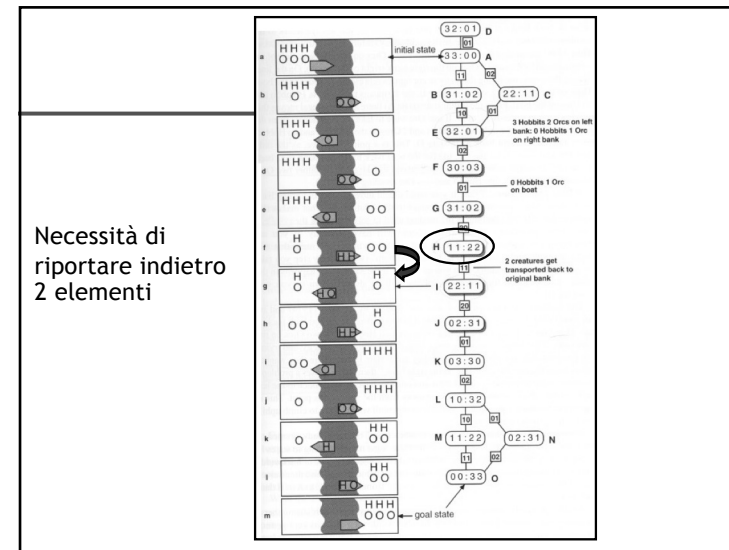
95



96



97



98

Hobbit & Orchi

- Difficoltà quando ci sono più opzioni disponibili e nella selezione di mosse non compatibili con le euristiche di riduzione della distanza (Thomas, 1974)
- Transizione di strategie con l'esperienza (Simon & Reed, 1976): balancing vs. mezzi-fini

99

Considerazioni su base empirica

- Spesso le persone non pianificano molte mosse, anche se hanno la capacità di farlo (Atwood, Masson & Polson, 1980; Ward & Allport, 1997)
- Le persone tendono invece ad utilizzare metodi deboli (generali) di riduzione della distanza per problemi nei quali non possono basarsi sulla loro conoscenza (Anderson, 1982; Anzai & Simon, 1979; Simon & Reed, 1976)

100

Ricerca nello spazio degli stati

- Si può cercare in vari modi, se non si usano metodi euristici
 - Ampiezza/profondità/approfondimento iterativo
- Si può anche cercare in due direzioni
 - Avanti/Indietro
- In domini realistici, che di solito hanno ampi spazi problematici, metodi di ricerca non guidati da euristiche sono difficilmente applicabili

101

Ricerca nello spazio degli stati

- Limiti cognitivi nella ricerca
 - Nella capacità di rappresentarsi gli stati futuri
 - Nella capacità di memorizzare gli stati futuri
 - Nella capacità di ricordare gli stati già visitati
- Dal momento che non può (o non vuole) essere esaustiva, la ricerca deve essere guidata da un criterio: **funzione euristica di valutazione degli stati considerati**
- Come abbiamo visto, spesso la funzione euristica è basata su qualche misura (più o meno sofisticata) di **distanza tra stato iniziale e stato finale**

102

Elaborazione cognitiva nel problem solving

- **Percezione e attenzione**
- **Processi di memoria coinvolti nel problem solving → frontale, temporale**
 - Memoria di lavoro
 - Memoria a lungo termine
 - Memorie esterne
- **Limitazioni e costi elaborazione → frontale, parietale**
 - Limiti risorse attentive
 - Capacità e durata tracce in WM
 - Tempo e accuratezza accesso memoria a lungo termine
 - Costi temporali associati alle operazioni percettive e cognitive
- **Processi di controllo → frontale, parietale**
 - Pianificazione o scelta degli operatori
 - Monitoraggio dell'esecuzione
 - Controllo interferenza / inibizione risposta

103

Può la PST spiegare l'insight?

- Gli aiuti anti-fissazione nel problema dei nove punti (i.e., fornire una linea che esce dal 'quadrato') non sono molto utili (Weisberg & Alba, 1981)
- Fissità e insight sono concetti di scarso valore esplicativo
- L'insight è un fenomeno reale e va spiegato in termini di PST. **Ricerca nello spazio degli spazi problematici** (Kaplan & Simon, 1990)
- L'insight avviene **dopo che si è verificata una impasse, causata da una rappresentazione inadeguata del problema** (Ohlsson, 1992)

104

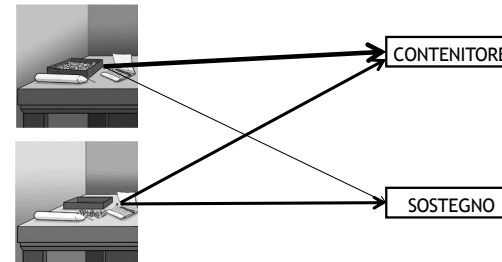
La teoria di Ohlsson (1992)

- Molte possibili rappresentazioni dello stesso problema
- Gli operatori vanno recuperati dalla memoria (tra i molti disponibili) tramite *spreading activation*
- La rappresentazione corrente del problema fornisce *cue* per il recupero degli operatori
- Si verifica una *impasse* se la rappresentazione corrente è *inadeguata* (non fortemente associata agli operatori validi)
 - Scatola con puntine → contenitore (ASSOCIAZIONE FORTE)
 - Scatola con puntine → sostegno (ASSOCIAZIONE DEBOLE)
 - Scatola vuota → sostegno (ASSOCIAZIONE MAGGIORE RISPETTO A SCATOLA CON PUNTINE)

105

La teoria di Ohlsson (1992)

- La rappresentazione corrente del problema fornisce *cue* per il recupero degli operatori
- Si verifica una *impasse* se la rappresentazione corrente è *inadeguata* (non fortemente associata agli operatori validi)



106

La teoria di Ohlsson (1993)

- L'*impasse* si rompe se la rappresentazione del problema cambia e genera nuovi *cue* validi
- La rappresentazione cambia attraverso:
 - **Elaborazione** (arriva nuova info dall'ambiente -aiuti- o da inferenze)
 - Hint dell'urtare le corde
 - **Ricodifica**: nuova categorizzazione elementi o modifica informazione presentata
 - Scatola vuota vs. piena, svuotare la scatola
 - **Rilassamento** dei vincoli auto-imposti
- Dopo il superamento dell'*impasse* si può ottenere un *insight* totale (vedo la soluzione) o parziale (sono sulla strada per la soluzione)

107

Rilassamento dei vincoli (Knoblich e al., 2000)

- Trasformare l'espressione da falsa a vera, spostando un solo bastoncino

$$VI = VII + I$$

108

Rilassamento dei vincoli (Knoblich e al., 2000)

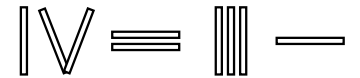


A Roman numeral equation: VI = VII + I. A bracket is drawn under the VII, indicating a constraint on the number of vertical strokes.

109

Rilassamento dei vincoli (Knoblich e al., 2000)

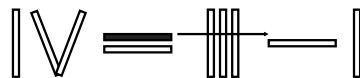
- Trasformare l'espressione da falsa a vera, spostando un solo bastoncino



A Roman numeral equation: IV = III - I. This equation is true and uses only one vertical stroke for each digit.

110

Rilassamento dei vincoli (Knoblich e al., 2000)



A Roman numeral equation: IV = III - I. This equation is true and uses only one vertical stroke for each digit.

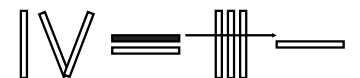
111

Rilassamento dei vincoli (Knoblich e al., 2000)

- Rilassamento vincoli aritmetici su valori, funzioni e segni di eguaglianza
- Un vincolo è tanto più difficile da rilassare quanto più radicalmente cambia l'equazione



A Roman numeral equation: VI = VII + I. A bracket is drawn under the VII, indicating a constraint on the number of vertical strokes.



A Roman numeral equation: IV = III - I. This equation is true and uses only one vertical stroke for each digit.

112

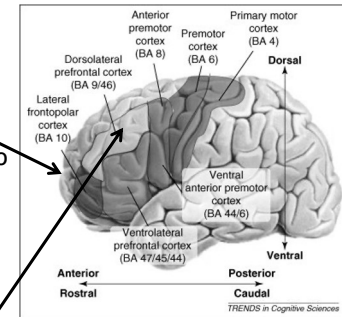
Basi neurali soluzioni 'per ricerca'

- Componenti legate al planning:
 - Aree prefrontali frontopolari (Baker et al., 1996; van den Heuvel et al., 2003)
- Basi neurali monitoraggio e mantenimento temporale rappresentazioni:
 - Corteccia prefrontale dorsolaterale (Baker et al., 1996, Owen et al., 1996b, van den Heuvel et al., 2003, Wagner et al., 2006)

113

Basi neurali soluzioni 'per ricerca'

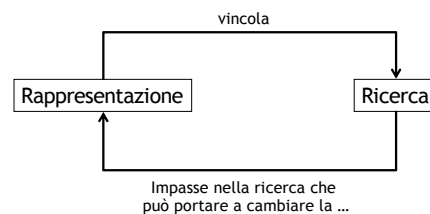
- Componenti legate al planning:
 - Aree prefrontali frontopolari
- Basi neurali monitoraggio e mantenimento temporale rappresentazioni:
 - Corteccia prefrontale dorsolaterale



114

Relazione tra rappresentazione e ricerca

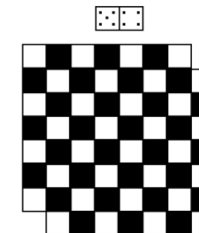
- La rappresentazione adottata può rendere più semplice o più complessa la ricerca della soluzione
- Se si usa una rappresentazione inadeguata, si può porre un carico importante sulla memoria di lavoro oppure non individuare gli operatori giusti ...



115

La scacchiera mutilata

- Kaplan & Simon (1990). Immaginate una normale scacchiera contenente 64 quadrati bianchi e neri. Vi vengono date 32 tessere del domino. Ciascuna tessera copre esattamente due quadrati della scacchiera. È quindi possibile e semplice coprire l'intera scacchiera con le 32 tessere. Ora immaginate che due quadrati, collocati negli angoli opposti, vengano rimossi dalla scacchiera (come nella figura). Restano 62 quadrati. In quale modo questi quadrati possono essere coperti con 31 tessere del domino?



116

Le coppie di ballerini

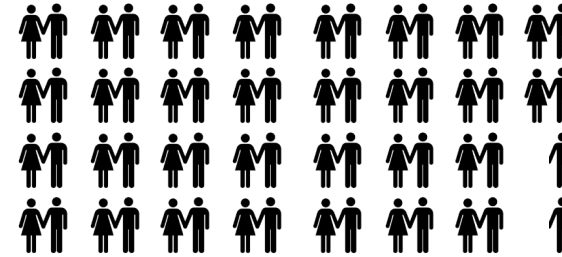
- Su una pista da ballo ci sono 32 coppie: 32 uomini e 32 donne. Se due donne abbandonano il locale, in quale modo è possibile formare coppie costituite da un uomo e una donna utilizzando le 62 persone rimanenti ?



117

Le coppie di ballerini

- Su una pista da ballo ci sono 32 coppie: 32 uomini e 32 donne. Se due donne abbandonano il locale, in quale modo è possibile formare coppie costituite da un uomo e una donna utilizzando le 62 persone rimanenti ?



118

La rappresentazione del problema

- Possibilità di molteplici rappresentazioni ('percezioni') del problema
- La rappresentazione utilizzata determina la possibilità di accedere alla soluzione
 - Rendendo disponibili (o indisponibili) gli operatori
 - Imponendo minore o maggiore carico sulla memoria

119

Costruzione della rappresentazione

- Fonti:
 - testo del problema e istruzioni
 - inferenze generate a partire dal testo
 - inferenze su stati, operatori e vincoli
 - inferenze basate sul contesto
 - esperienza passata con il problema
 - esperienza passata con problemi analoghi
 - memorie esterne
 - ...

120

Costruzione della rappresentazione

- Rappresentazione sempre parziale
- Il tipo di rappresentazione che si costruisce incide sulla ricerca della soluzione
 - Quali aspetti si considerano
 - Quali sono gli stati
 - Quali sono gli operatori
 - Carico sulla memoria di lavoro e sui processi cognitivi in seguito alla strategia di soluzione adottata

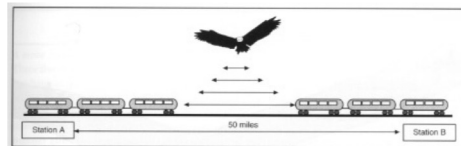
121

Costruzione della rappresentazione

- Due stazioni distano 50 miglia. Alle 14:00 di sabato pomeriggio due treni partono dalle due stazioni e si dirigono l'uno verso l'altro. Non appena i treni partono dalle stazioni, un volatile si porta in testa al primo treno e vola, a 100 miglia all'ora, fino a raggiungere la testa dell'altro treno. Poi si gira e procede alla stessa velocità verso il primo treno. Continua così fino a quando i due treni si incontrano. Se i treni viaggiano a 25 miglia all'ora, quante miglia ha percorso il volatile prima dell'incontro tra i due treni?

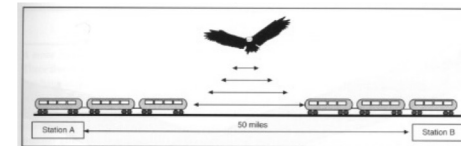
122

Costruzione della rappresentazione



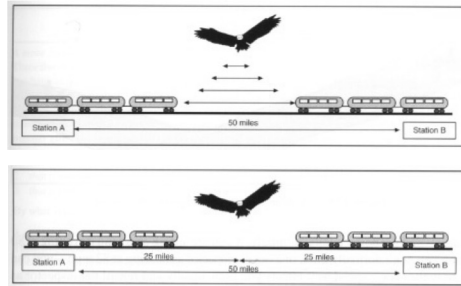
123

Costruzione della rappresentazione



124

Costruzione della rappresentazione



125

Blocchi nella risoluzione del problema

- Nel caso di **blocco nella risoluzione di un problema** può essere utile ...

126

Blocchi nella risoluzione del problema

- Nel caso di **blocco nella risoluzione di un problema** può essere utile ...
 - **Interrompere gli sforzi e dedicarsi a qualcos'altro** per poi riprendere la risoluzione più tardi ...
 - **Lasciar passare un po' di tempo o dormirci sopra**
 - **Provare a guardare il problema da un diverso punto di vista**
 - **Chiedere ad altri di provare a risolverlo**
- La fissazione su una rappresentazione o su un particolare punto di vista può infatti
 - **Rendere meno capaci di considerare diverse rappresentazioni o punti di vista alternativi** (effetto focalizzazione - Del Missier et al., 2007)
 - **Inibire rappresentazioni o suggerimenti alternativi a quelli che si stanno utilizzando** (ma l'inibizione è temporanea - Storm & Patel, 2014)

127

Come si risolvono i problemi?

- Per prove ed errori
- Per 'illuminazione' improvvisa (insight)
- 'Cercando' una soluzione
- In modo analogo a quanto fatto in passato
- Usando una combinazione di metodi

128

Problema del tumore (Gick & Holyoak, 1980)

Supponi di essere un dottore che deve trattare un paziente che ha un tumore maligno allo stomaco. E' impossibile operare il paziente, ma se il tumore non viene eliminato il paziente morirà. Ci sono alcuni raggi che possono essere usati per distruggere il tumore. Se i raggi raggiungono il tumore tutti insieme con un'intensità sufficiente, il tumore verrà distrutto. A un'intensità minore, i raggi non danneggiano il tessuto sano, ma non incidono sul tumore. Che tipo di procedura può essere utilizzata per distruggere il tumore con i raggi e, allo stesso tempo, evitare di distruggere i tessuti sani?

129

Problema della fortezza (Gick & Holyoak, 1980)

Una piccola città cadde sotto il giogo di un dittatore. Il dittatore governava il paese da una fortezza ben difesa. La fortezza era collocata al centro del paese, circondata da fattorie e villaggi. Molte strade si irradiavano dalla fortezza come raggi di una ruota. Un generale insorse e radunò un grande esercito e giurò di catturare la fortezza. Le sue truppe vennero posizionate all'inizio di una delle strade che conducevano alla fortezza, pronte ad attaccare.

130

Problema della fortezza: soluzione

Una spia diede al generale una notizia disturbante. Lo spietato dittatore aveva disseminato mine su tutte le strade che conducevano alla fortezza. Le mine erano state collocate in modo tale da permettere a piccoli gruppi di persone di passare senza danno, perché il dittatore stesso aveva bisogno di spostare truppe e lavoratori dalla fortezza. Il passaggio di una forza imponente, comunque, avrebbe fatto esplodere le mine. Questo non solo avrebbe fatto esplodere la strada rendendola impraticabile, ma avrebbe portato il dittatore a distruggere molti villaggi come rappresaglia. Un attacco su grande scala alla fortezza appariva quindi impossibile.

131

Problema della fortezza

Il generale comunque non si diede per vinto. Divise le sue truppe in piccoli gruppi e inviò ciascun gruppo all'inizio di una strada diversa. Quando tutti i gruppi erano pronti, diede il segnale e ogni gruppo avanzò lungo una strada diversa. Tutti questi piccoli gruppi passarono indenni sopra le mine, e l'armata attaccò la fortezza nel pieno delle sue forze. In questo modo, il generale riuscì a catturare la fortezza e a destituire il dittatore.

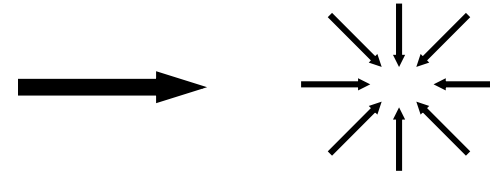
132

Problema del tumore

- Usare più macchine per i raggi
- Puntare le macchine sul tumore lungo diverse traiettorie
- Tutte le macchine emettono raggi a bassa intensità
- I raggi convergono sul tumore e lo distruggono

133

Rappresentazione



134

Analogia

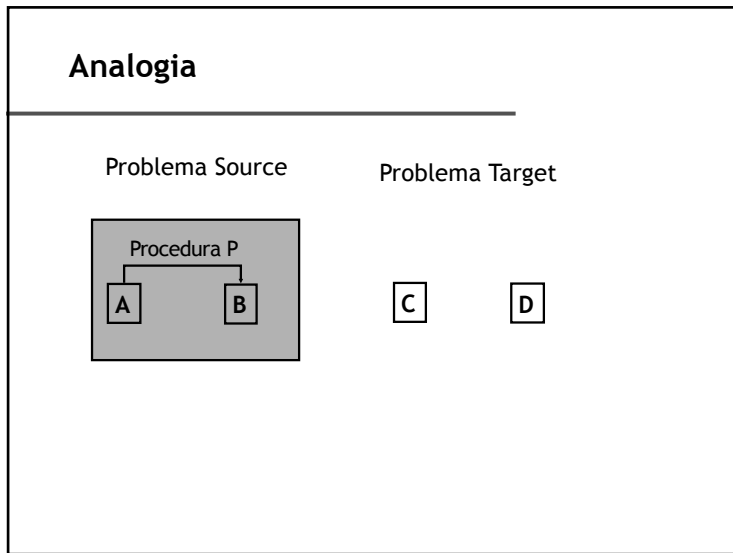
- Prendere un problema, concetto o situazione noto (*source*) e applicarlo a una nuova situazione (*target*)
- Ci deve essere una similarità strutturale (e non solo superficiale) tra problema *source* e problema *target* perché la soluzione trovata per il problema *source* possa essere applicata nel problema *target*. La soluzione va comunque molto spesso adattata al problema *target*
- La similarità superficiale può essere un'indicatore euristico della similarità strutturale e le persone sembrano basarsi su questa euristica
- Differenti modelli dell'analogia

135

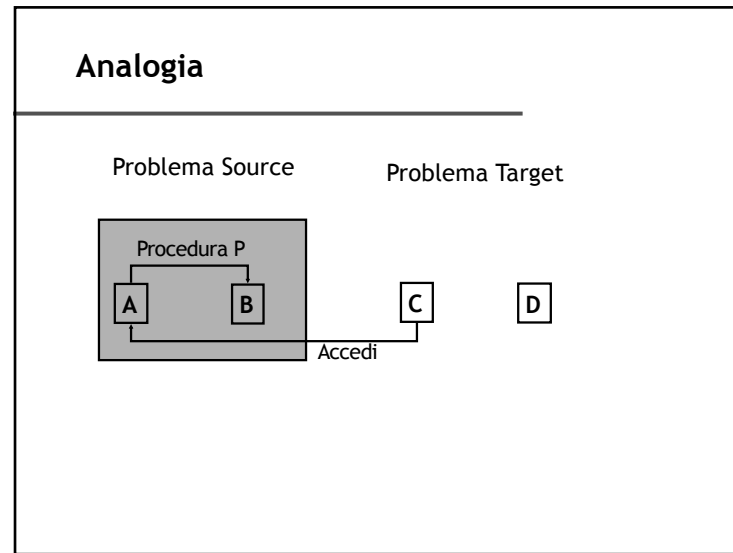
Analogia

- Difficile utilizzare le analogie se i problemi non sono superficialmente simili e se sono presentati in contesti diversi
 - In Gick & Holyoak (exp 4):
 - I partecipanti leggono prima un problema analogo a quello del tumore, insieme ad altri due irrilevanti, per svolgere un compito di memoria apparentemente non relato a quello successivo di problem solving
 - Solo il 20% lo utilizza spontaneamente per risolvere il problema target
 - Con un suggerimento (uno dei problemi di prima può essere utile), il problema analogo viene utilizzato da più del 90% dei partecipanti per produrre la soluzione corretta
- Due difficoltà principali: accedere alla conoscenza passata (dato che si riferisce ad un diverso dominio può sembrare irrilevante) e adattare la soluzione (bisogna usare più macchine perché non si può dividere la macchina esistente)

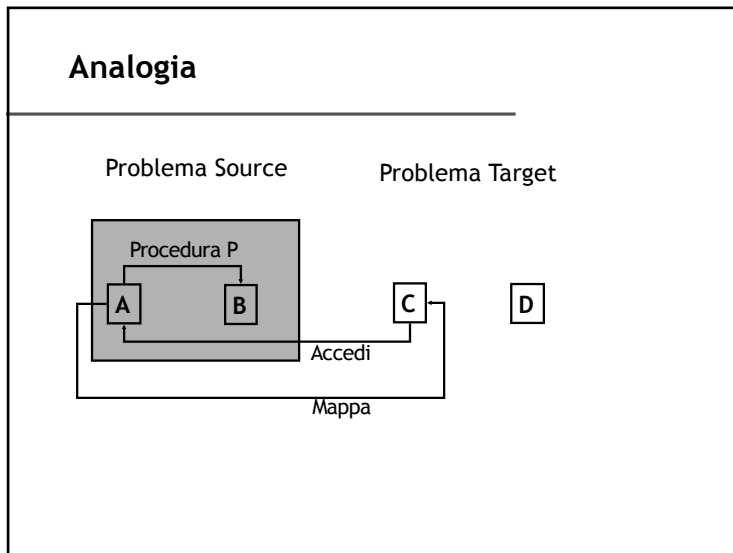
136



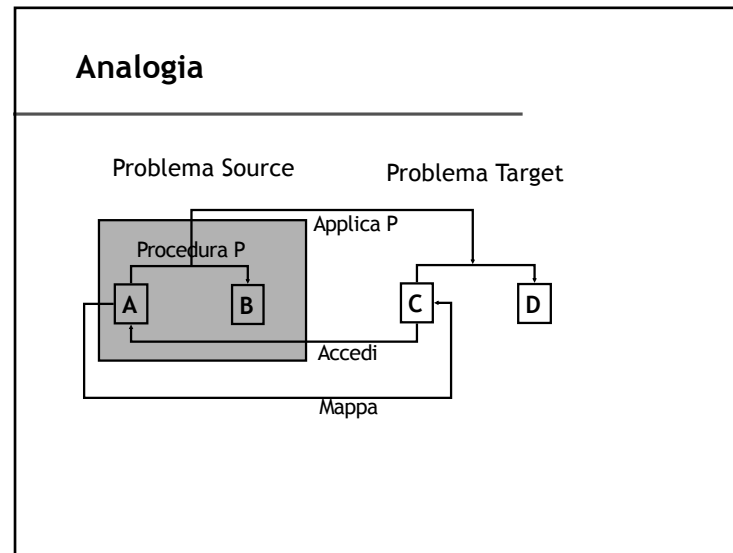
137



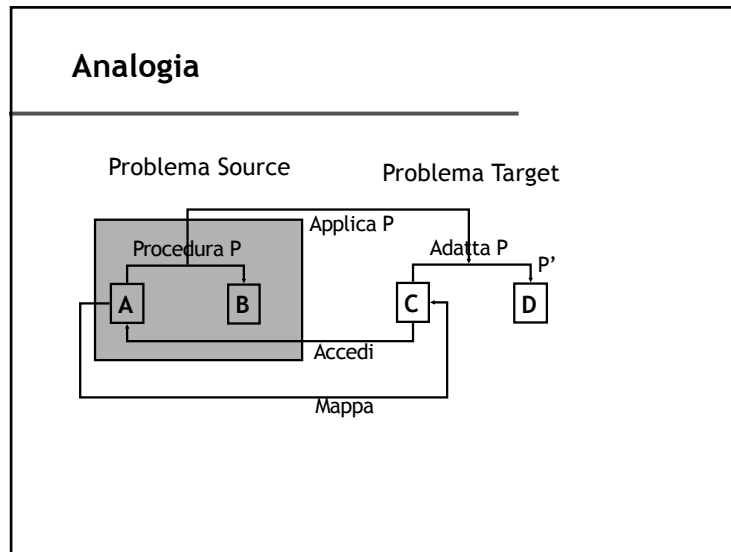
138



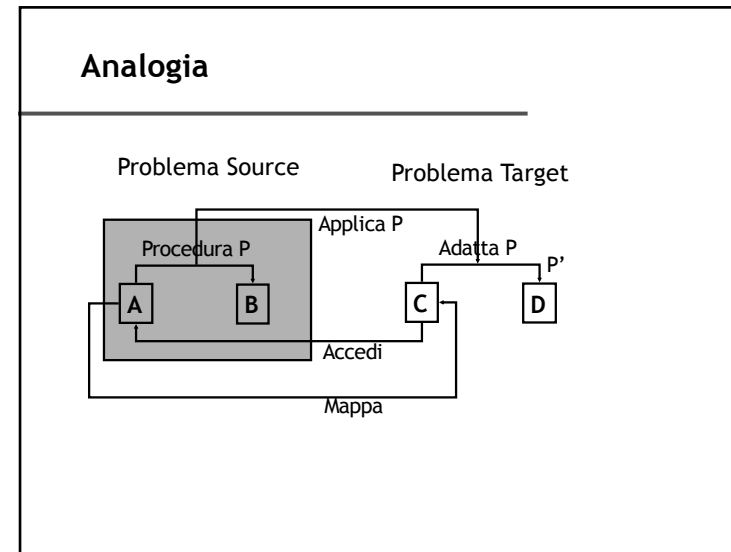
139



140



141



142

Basi neurali ragionamento analogico

- Basi neurali ragionamento analogico:
 - Coinvolgimento plausibile delle aree frontopolari laterali, lateralizzazione a sinistra, ma vari aspetti restano da chiarire (cfr. Shallice & Cooper, 2011)

143

Basi neurali

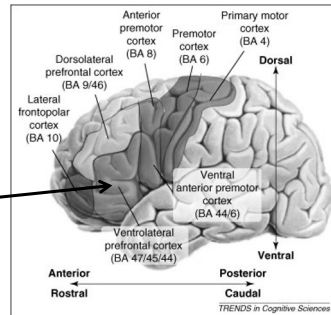
- Goel ha studiato le basi neurali dei processi di generazione di soluzioni preliminari nei problemi della vita reale
 - Studi di neuroimmagine svolti su semplici problemi (Goel & Vartanian, 2005; Vartanian & Goel, 2005)
 - Ruolo della corteccia prefrontale ventrolaterale destra (BA47)
- Deficit selettivi nella generazione di soluzioni in gruppi di pazienti frontali e in alcune popolazioni cliniche (e.g., Channon, 2004; Goel et al., 2013)
- Indicazioni ancora non del tutto coerenti sulla localizzazione dei processi coinvolti (e.g., Channon, 2004; Channon & Crawford, 1999; Goel et al., 2013; Kaiser et al., 2013), forse anche a causa dell'eterogeneità degli scenari e dei metodi di generazione impiegati

144

Problemi 'aperti' o mal strutturati

- **Generazione soluzioni/ipotesi preliminari:**

- Ruolo della corteccia prefrontale ventrolaterale destra (BA47) ?



145

Problem finding (H. Simon)

- **Individuazione di problemi** (opportunità, esigenze inesprese) fondamentale per i processi innovativi
 - Abbandonare la rappresentazione mentale della situazione, per cogliere alcuni bisogni insoddisfatti o esigenze non supportate sulle quali fondare l'innovazione
- **Ideazione di una soluzione** capace di soddisfare queste esigenze, per esempio, concependo un artefatto nuovo o modificandone uno esistente
 - Problemi complessi e mal strutturati richiedono spesso l'adozione di **strategie miste** che combinano, in vario modo, euristiche specifiche per dominio e generali, procedimenti analogici, intuizioni parziali e un limitato numero di prove ed errori

146

Uso diagrammi nella risoluzione (Larkin & Simon, 1987)

- In alcuni casi, l'utilizzo di rappresentazioni grafiche può essere molto utile nella risoluzione dei problemi
 - I diagrammi rappresentano esplicitamente l'informazione sulle relazioni topologiche e geometriche tra gli elementi del problema
- Questa utilità si rende evidente in alcune condizioni:
 - I diagrammi raggruppano in una singola posizione spaziale l'informazione su un singolo elemento, evitando di dover tenere a mente le corrispondenze
 - I diagrammi raggruppano informazione che viene usata nello stesso momento, riducendo in questo modo la quantità di ricerca necessaria per fare delle inferenze
 - I diagrammi consentono di fare automaticamente inferenze percettive (facili da fare per le persone), perché rendono evidenti relazioni tra elementi necessarie per la soluzione

147

Uso diagrammi nella risoluzione

- Sullo stesso lato di un tavolo rettangolare, Mario sta alla destra di Paolo. Paolo sta alla destra di Francesca. Mario ha in mano un coltello, Francesca un cucchiaino e Paolo una forchetta. Solo Paolo è destrimane. Quali posate possono essere messe in contatto diretto senza che i commensali debbano incrociare le braccia o passare la posata nella mano non dominante?

148

Uso diagrammi nella risoluzione

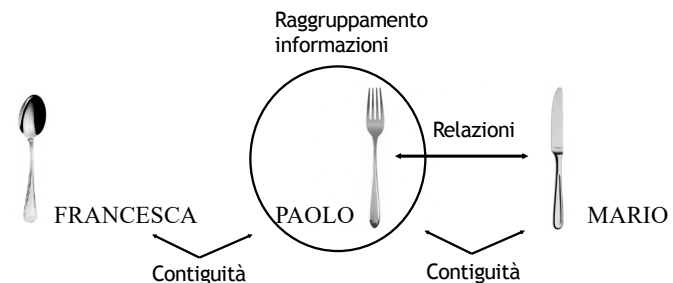
- Sullo stesso lato di un tavolo rettangolare, Mario sta alla destra di Paolo. Paolo sta alla destra di Francesca. Mario ha in mano un coltello, Francesca un cucchiaio e Paolo una forchetta. Solo Paolo è destrimane.



149

Uso diagrammi nella risoluzione

- Quali posate possono essere messe in contatto diretto senza che i commensali debbano incrociare le braccia o passare la posata nella mano non dominante?



150

Conclusioni (1)

- **Le persone possono utilizzare vari metodi per risolvere problemi di tipo diverso** (prove ed errori, ricerca, analogia), ma anche impiegare una combinazione di metodi
 - Esiste un repertorio di metodi di soluzione generali, oltre ai metodi specifici per i diversi domini
- Diversi metodi generali sono associati a **diversi processi cognitivi e neurali**
- **Il modo in cui un problema viene mentalmente rappresentato incide sulla ricerca della soluzione** (test sull'applicabilità degli operatori, operatori applicabili - loro costo cognitivo)
 - La rappresentazione si può cambiare

151

Conclusioni (2)

- **Importanza della ricerca sia all'interno dello spazio problematico sia di uno spazio problematico idoneo all'individuazione della soluzione**
 - Importanza di non 'fissarsi' o rimanere 'bloccati' su una rappresentazione e su uno spazio problematico se non si trova la soluzione
- **La presenza di artefatti o oggetti** può incidere sul processo di soluzione se semplifica o elimina alcune operazioni cognitive
 - Rappresentazioni esterne che cambiano il compito

152

Conclusioni (3)

- I problemi mal strutturati richiedono una **fase di strutturazione** che dipende da processi complessi, che sconfinano per alcuni aspetti nella creatività
 - Attenzione alla chiusura troppo prematura se la qualità è importante
- Nel mondo reale **non è importante solo risolvere problemi ma anche trovare buoni problemi da risolvere**
 - Imparare a mettere in dubbio le soluzioni esistenti
 - Imparare ad osservare persone che interagiscono (problematicamente) con ambienti e artefatti
 - Imparare a immaginare una realtà diversa da quella esistente

153

Assessment del problem solving

- Prove ed errori tipicamente valutate all'interno di test che richiedono apprendimento e reattività a feedback (evitamento perseverazione)
 - WCST, Labirinti con prove multiple
- Problem solving ben strutturato:
 - Torre di Hanoi e torre di Londra
 - Batteria BADS (ora anche in Italiano): un compito con oggetti specifici e mappa dello Zoo
 - Compiti di tipo Errands
- Risoluzione per analogia, per insight e problem solving 'mal strutturato' tipicamente trascurati

154

Specificità dei deficit

- **Difficoltà di apprendimento e insensibilità al feedback**
 - Pazienti frontali (con perseverazione)
 - Amnesici
- **Difficoltà di pianificazione**
 - Pazienti frontali (soprattutto frontopolari o con lesioni alla DLPFC)
 - Demenze fronto-temporali (organizzazione piano/script)
 - Pazienti schizofrenici (difficoltà a seguire strategie definite; es. ADR)
- **Difficoltà di generazione soluzioni/insight**
 - Pazienti con lesioni frontali lateralizzate a destra
 - Pazienti autistici con problemi sociali e relazionali (appropri. soluzioni)
 - Pazienti schizofrenici (difficoltà a generare con vincoli e orientamento a scopi soluzione; ad es. RAT, AUT)

155

Lecture essenziali su problem solving e basi neurali

- Robertson, S. I. (2016). *Problem solving: Perspectives from cognition and neuroscience*. Psychology Press.
- Shallice, T., & Cooper, R. P. (2011). *The organisation of mind*. Oxford University Press.

156

Grazie per l'attenzione!